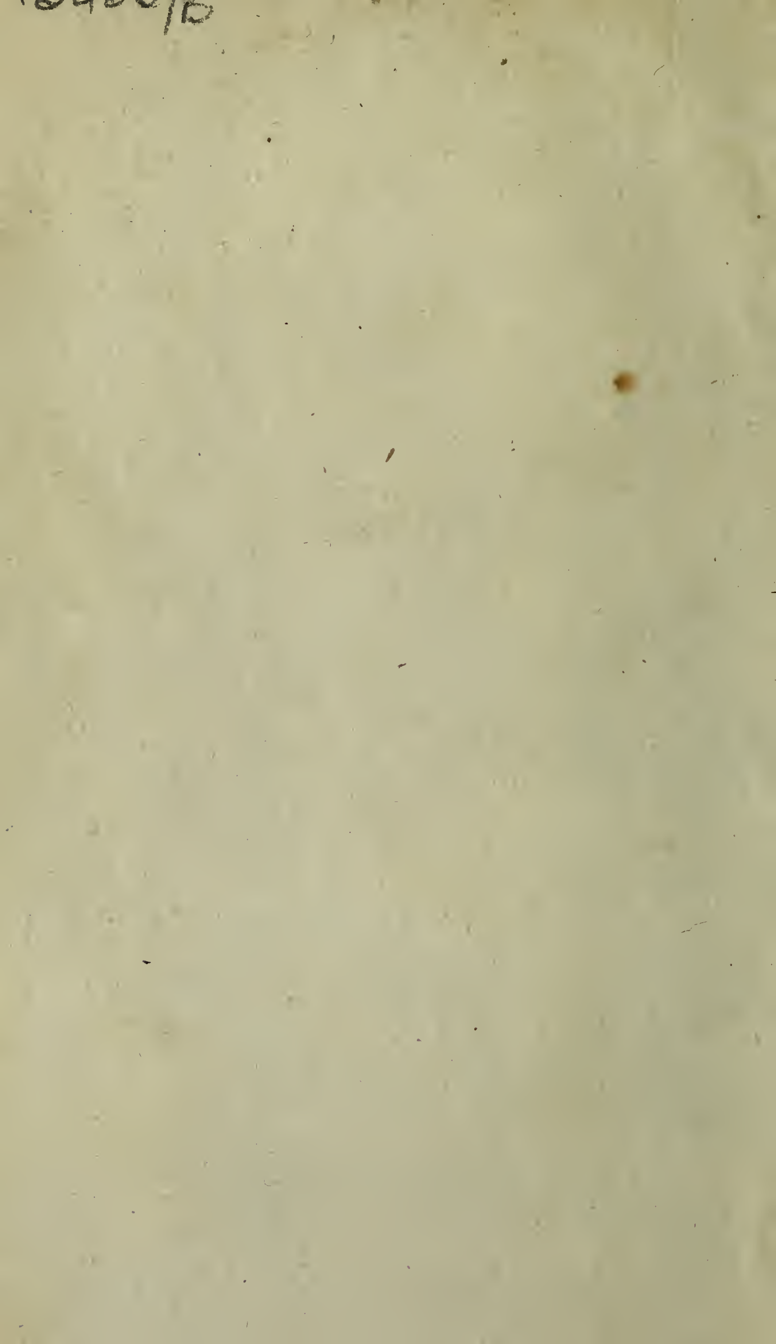








# TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE OU PRINCIPES DE PHYSIQUE.

TOME TROISIEME.

# TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE

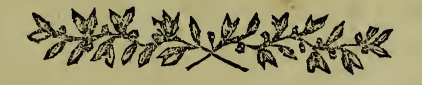
OU

# PRINCIPES DE PHYSIQUE,

*Fondés sur les connoissances les plus certaines, tant anciennes que modernes, & confirmés par l'expérience.*

Par M. BRISSON, de l'Académie Royale des Sciences, Maître de Physique & d'Histoire Naturelle des Enfans de France, & Professeur Royal de Physique expérimentale au Collége Royal de Navarre.

TOME TROISIEME.



A PARIS,

De l'Imprimerie de MOUTARD, Imprimeur-Libraire, Hôtel de Cluni, rue des Mathurins.

1789.



## *Avis au Relieur.*

Les planches doivent être placées de maniere qu'en s'ouvrant, elles puissent sortir entiérement du Livre, & se voir à droite dans l'ordre qui suit.

### Tome troisieme.

| | | |
|---|---|---|
| *Planche* | 32. | *après la page* 110. |
| | 33. | 144. |
| | 34. | 150. |
| | 35. | 158. |
| | 36. | 166. |
| | 37. | 186. |
| | 38. | 208. |
| | 39. | 244. |
| | 40. | 254. |
| | 41. | 282. |
| | 42. | 478. |
| | 43. | 486. |
| | 44. | 494. |
| | 45. | 498. |
| | 46. | 508. |

# ERRATA

## du Tome III.

| | | |
|---|---|---|
| Page 58, | ligne 16, | *fig.* 180. *liſez fig.* 280. |
| 135, | 25, | le pays *liſez* les pays |
| 138, | 28, | 1944. *liſez* 1944. 3°. |
| 414, | 5, | l'étar aturel, *liſez* l'état naturel; |
| 533, | 1, | conſtellations *liſez* conſtellation |
| 556, | 28, | 1235 *liſez* 1253 |
| 570, | 18, | Opinions *liſez* Opinion |

TRAITÉ



# TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE PHYSIQUE,

*Ou Principes de Physique, fondés sur les connoissances les plus certaines, tant anciennes que modernes, & confirmés par l'expérience.*

## CHAPITRE XVI.

### *De l'Astronomie physique.*

1678. L'Astronomie est la science des astres. C'est par le moyen de cette science que l'on connoît les mouvemens des corps célestes, la durée de leurs révolutions, soit réelles, soit apparentes, leurs positions & leurs distances respectives, &c.

1679. L'origine de l'Aſtronomie eſt fort obſcure, & paroît être fort ancienne. » On ne peut pas douter, dit M. *de Caſſini* (*Mém. de l'Acad. des Scienc. Tome VIII, page* 1.), » que l'Aſtro- » nomie n'ait été inventée dès le commencement » du Monde..... Ce ne fut pas ſeulement la curio- » ſité qui porta les hommes à s'appliquer aux » ſpéculations aſtronomiques : on peut dire que la » néceſſité même les y obligea. Car ſi l'on n'obſerve » pas les ſaiſons qui ſe diſtinguent par le mouve- » ment du ſoleil, il eſt impoſſible de réuſſir dans » l'Agriculture «, &c.

1680. L'Aſtronomie, qui, quand elle ſeroit inutile aux hommes, tireroit toujours de ſon objet une aſſez grande dignité, eſt, outre cela, une des parties les plus néceſſaires des Mathématiques. C'eſt d'elle que dépendent la Navigation, la Géographie, & la Chronologie. Car ce n'eſt que par ſon ſecours qu'on peut paſſer les mers & pénétrer dans les pays éloignés, connoître ceux même que l'on habite, & régler les dates des ſiecles paſſés.

1681. *Hypparque* jeta les premiers fondemens d'une Aſtronomie méthodique, 147 ans avant Jéſus-Chriſt, lorſqu'à l'occaſion d'une nouvelle étoile fixe qui paroiſſoit, il fit le dénombrement de ces étoiles, afin que, dans les ſiecles ſuivans, on pût reconnoître s'il en paroiſſoit encore de

nouvelles. *Ptolémée*, environ 280 ans après, ajouta ſes obſervations à celles d'*Hypparque*, & par l'avantage naturel qu'ont toujours les derniers en ces ſortes de matieres, il rectifia beaucoup celles d'*Hypparque*. Enſuite l'Aſtronomie fut fort négligée juſqu'au milieu du treizieme ſiecle, dans lequel temps *Alphonſe*, Roi de Caſtille, fit faire des Tables plus exactes que les précédentes, & qui cependant l'étoient encore fort peu; car un grand Aſtronome, ayant été aſſez heureux ou attentif, l'an 1660, pour voir toutes les planetes en une ſeule nuit, n'en trouva pas une dans le lieu où elle eût dû être ſelon les Tables qui avoient été faites par ordre du Roi de Caſtille.

1682. Ce fut dans le ſeizieme ſiecle que l'Aſtronomie prit un nouveau luſtre, par le ſyſtême de *Copernic* (né à Thorn dans la Pruſſe Royale, en 1472.) publié à Nuremberg en 1543, & perfectionné enſuite par *Kepler* & *Galilée*; ſyſtême ſi hardi, & dès-lors ſi vraiſemblable, & dont les obſervations de notre ſiecle ont confirmé la vérité.

1683. Nous ſuppoſons qu'on connoît la ſphere armillaire, les points, les lignes, & les cercles grands & petits, qui la compoſent; leur correſpondance avec ceux qu'on trace ſur les globes céleſtes & terreſtres, pour en diviſer plus aiſément la ſurface; les cercles de longitude & de latitude,

&c. Nous n'en parlerons donc point; parce que ce ſont autant de connoiſſances qui ſont partie de la premiere éducation, & qu'en outre, on les trouve dans tous les Traités, même ſimplement élémentaires, de Géographie.

1684. La ſurface du ciel nous paroît parſemée d'étoiles. Entre les étoiles & nous, il y a d'autres aſtres, qui changent continuellement de poſitions reſpectivement les uns aux autres. On a cherché à rendre raiſon de leurs mouvemens & de leurs différentes ſituations, par différens ſyſtêmes.

1685. On appelle *Syſtême du Monde*, l'aſſemblage & l'arrangement des corps céleſtes, & l'ordre ſelon lequel ces corps ſont ſitués relativement les uns aux autres, & ſuivant lequel ils ſe meuvent: en un mot c'eſt la diſpoſition des orbites planétaires. Mais avant de parler de la véritable ſituation de ces orbites, il eſt bon de dire un mot des hypotheſes anciennement imaginées pour expliquer les mouvemens des corps céleſtes.

1686. Les anciens Philoſophes, qui connoiſſoient très-peu les circonſtances du mouvement des planetes, n'avoient pas des moyens évidens pour connoître la véritable diſpoſition de leurs orbites: c'eſt pourquoi ils varierent beaucoup d'opinion ſur ce ſujet. Ils ſuppoſerent d'abord la terre immobile au centre du Monde, & que tous les corps céleſtes tournoient autour d'elle, comme on

eſt naturellement porté à le croire, avant que d'avoir diſcuté les preuves du contraire.

1687. Les *Babyloniens*, & enſuite *Pythagore* & ſes Diſciples, ayant examiné de plus près ces idées des ſens, firent de la terre une planete, & placerent le ſoleil immobile au centre du Monde, ou, pour mieux dire, au centre de notre ſyſtême planétaire.

1688. *Platon* fit enſuite revivre le ſyſtême de l'immobilité de la terre; & pluſieurs Philoſophes ſuivirent ce ſentiment, entre autres, *Ptolémée*. On doit être ſurpris que, le véritable ſyſtême du Monde ayant été découvert, l'hypotheſe, dans laquelle on ſuppoſe que la terre eſt le centre des mouvemens céleſtes, ait prévalu; car quoique cette hypotheſe s'accorde avec les apparences, & qu'elle ſemble d'abord d'une extrême ſimplicité, il s'en faut beaucoup qu'il ſoit aiſé d'y rendre compte des mouvemens céleſtes : auſſi *Ptolémée*, & ceux qui depuis lui ont voulu ſoutenir cette opinion du repos de la terre, ont-ils été obligés d'embarraſſer les cieux de différens épicycles & d'une grande quantité de cercles très-difficiles à concevoir & à employer; car il n'y a rien de ſi difficile que de mettre l'erreur à la place de la vérité.

1689. *Syſtême de Ptolémée. Ptolémée*, qui écrivoit environ l'an 140, eſt celui qui a donné

son nom à ce systême, parce que son *Almageste* est le seul Livre détaillé qui nous soit parvenu de l'ancienne Astronomie. Il essaye de prouver, dans
Fig. 274. cet Ouvrage, que la terre T (*fig.* 274.) est véritablement immobile au centre du Monde : & il place les autres planetes autour d'elle dans l'ordre suivant, en commençant par celles qu'il croit les plus proches de la terre : la Lune ☾, Mercure ☿, Vénus ♀, le Soleil ☉, Mars ♂, Jupiter ♃, & Saturne ♄. Vient ensuite le ciel des étoiles fixes. Sa principale raison pour placer Mercure & Vénus au dessous du Soleil, quoiqu'on les voie souvent, & qu'il les eût probablement vus lui-même plus éloignés de la terre que n'est le Soleil ; sa principale raison, dis-je, étoit sans doute que la durée de leur révolution étoit plus courte que celle de la révolution du Soleil ; pensant que les planetes doivent être d'autant plus près de nous, qu'elles achevent leur tour en moins de temps, comme cela est indiqué par l'exemple de la Lune, qui, tournant beaucoup plus vîte que le Soleil, est évidemment la plus près de nous, puisqu'elle éclipse, non seulement le Soleil, mais encore les planetes, & souvent des étoiles.

1690. *Systême des Egyptiens.* Dès qu'on a commencé à observer les planetes, on a dû remarquer que Mercure & Vénus sont tantôt plus près, tantôt plus loin de nous que le Soleil ; & de plus,

que Vénus ne s'écarte jamais du Soleil que d'environ 47 ½ degrés ; & Mercure que d'environ 28 ½ degrés, & quelquefois beaucoup moins. Or il eſt évident que, ſi ces deux planetes euſſent tourné autour de la terre, comme on ſuppoſoit que le faiſoit le Soleil, elles auroient quelquefois paru oppoſées au Soleil, ou éloignées de lui de 180 degrés : ce qui n'arrive jamais. C'eſt pourquoi les *Egyptiens* ont regardé ces deux planetes comme des ſatellites du Soleil, & ont penſé qu'elles tournoient autour de lui, leurs orbites étant emportées avec cet aſtre, dans ſa révolution autour de la terre. Ils ont donc ſuppoſé la terre T (*fig.* 275.) immobile au centre du monde ; & ils ont fait tourner autour d'elle, 1°. la Lune ☾ ; 2°. le Soleil ☉, autour duquel tournent Mercure ☿ & Vénus ♀, ſans jamais embraſſer la terre dans leur révolution : viennent enſuite Mars ♂, Jupiter ♃, & Saturne ♄ ; le tout étant terminé par le ciel des étoiles fixes. *Fig.* 275.

1691. Aujourd'hui que nous connoiſſons les diſtances immenſes qui ſéparent ces aſtres, ces deux ſyſtêmes ſont inſoutenables, à cauſe de la prodigieuſe rapidité qu'ils exigent dans les mouvemens des corps céleſtes : car, vu ces diſtances, il faudroit, pour que ces aſtres parcouruſſent leur orbite dans environ 24 heures, il faudroit, dis-je, que le Soleil parcourût, par ſeconde de temps,

plus de 2500 lieues ; que Saturne en parcourût plus de 24000, &c. Quelle feroit donc la rapidité du mouvement des étoiles ? Il faudroit que celles qui sont vers l'équateur, parcouruſſent plus de 500 millions de lieues par ſeconde de temps; ce qui n'eſt pas concevable. De plus, ces deux ſyſtêmes ſont encore inſoutenables, à cauſe de la grande difficulté d'expliquer, par leur moyen, les ſtations (1850) & les rétrogradations (1844) des planetes.

1692. On connoît la diſtance d'un aſtre à la terre par ſa parallaxe : or la parallaxe d'un aſtre eſt l'angle formé au centre de l'aſtre par deux lignes tirées de ce centre, dont l'une va au centre de la terre, & l'autre va au point de ſa ſurface, où eſt placé l'Obſervateur. Soit T (*fig.* 278.) le centre de la terre ; O le point de ſa ſurface où eſt placé l'Obſervateur ; A le lieu de l'aſtre ; Z le zénith ; ZOT la ligne verticale ou la ligne qui paſſe par le zénith Z, par le point O de l'Obſervateur, & par le centre T de la terre, & qui, étant prolongée, paſſeroit auſſi par le nadir ; OH la ligne horizontale ; TB la ligne qui, partant du centre T de la terre, va couper la ligne horizontale OH au centre de l'aſtre A ; ALP l'orbite de l'aſtre que l'on obſerve ; & HDZ le ciel.

*Fig.* 278.

1693. Si l'aſtre étoit ſitué au point P dans la

ligne du zénith, il répondroit toujours au même point du ciel, ſoit qu'on le regardât du centre T, ſoit qu'on l'obſervât du point O : le point du ciel qui paroît à notre zénith, marque également la place de cet aſtre dans les deux cas : ainſi un *aſtre qui paroît au zénith, n'a point de parallaxe.*

1694. Mais ſi l'aſtre, au lieu d'être ſur la ligne du zénith TOPZ, eſt ſitué en A ſur la ligne horizontale OH, perpendiculaire à la premiere, ſa diſtance TA au centre de la terre étant la même que la diſtance TP, le lieu de l'aſtre A, vu du centre T de la terre, eſt ſur la ligne TB ; & le lieu du même aſtre, vu du point O, eſt ſur la ligne OH. Mais ces deux lignes TB & OH, qui ſe croiſent au centre de l'aſtre A, ne répondent pas au même point du ciel : vu du point T, l'aſtre A répond au point B du ciel ; & vu du point O, il répond au point H, deux ſituations différentes. Dans la premiere B, qui eſt ſa hauteur vraie, il paroît plus près du zénith que dans la ſeconde H, qui eſt ſa hauteur apparente. *La parallaxe augmente donc la diſtance apparente de l'aſtre au zénith.*

1695. Si, comme nous venons de le ſuppoſer (1694), l'aſtre eſt en A, l'angle formé au centre de l'aſtre, par les deux lignes AT, AO, eſt ce

qu'on appelle la *Parallaxe* de cet aſtre. Plus cet angle OAT eſt petit, plus les lignes AT, AO, ſont longues. Or on peut connoître la longueur de ces lignes, dont AT marque la diſtance de l'aſtre au centre T de la terre ; car elles forment, avec le rayon TO de la terre, le triangle TAO, dont le côté TO eſt connu. Il ne s'agit plus que d'en connoître les angles.

1696. Si la ligne OH eſt horizontale, comme nous le ſuppoſons, le triangle TAO eſt rectangle en O ; mais l'angle extérieur ZOH eſt égal à la ſomme des deux intérieurs en T & en A : il eſt donc plus grand que l'angle en T de la quantité de l'angle TAO ; & c'eſt cette quantité que l'on appelle *Parallaxe horizontale*, ſi la ligne OH eſt horizontale, comme nous l'avons ſuppoſé.

1697. Mais ſi l'aſtre ſe trouve en L plus près du zénith, en ſorte que l'angle ZOL, diſtance de l'aſtre au zénith, ſoit un angle aigu, l'angle de la parallaxe OLT deviendra plus petit. On l'appelle alors *Parallaxe de hauteur.*

1698. Le ſinus total eſt au ſinus de la parallaxe horizontale, comme le ſinus de la diſtance au zénith eſt au ſinus de la parallaxe de hauteur, en ſuppoſant que la diſtance de l'aſtre au centre de la terre ſoit la même dans les deux cas ; car dans le triangle rectangle TAO, on a cette propor-

tion : TA : TO : : le ſinus de l'angle droit TOA : ſinus de l'angle TAO. Dans le triangle TLO, on a de même cette proportion : TL : TO : : le ſinus de l'angle LOT : ſinus de l'angle TLO. Dans cette derniere proportion, on peut mettre, au lieu de TL, ſon égale TA, puiſque l'aſtre eſt ſuppoſé toujours à même diſtance du centre de la terre ; ainſi, en nommant R le ſinus de l'angle droit ou ſinus total, on a ces deux proportions : TA : TO :: R : ſin. TAO. TA : TO :: ſin. LOT : ſin. TLO. Donc R : ſin. LOT : : ſin. TAO : ſin. TLO. Mais le ſinus de l'angle obtus LOT eſt le même que celui de l'angle aigu LOZ, diſtance de l'aſtre au zénith : on peut donc énoncer ainſi la proportion : R : ſin. LOZ : : ſin. TAO : ſin. TLO. Donc le rayon ou ſinus total eſt au ſinus de la diſtance au zénith, comme le ſinus de la parallaxe horizontale eſt au ſinus de la parallaxe de hauteur. On peut encore énoncer ainſi la proportion : R : ſin. TAO :: ſin. LOZ : ſin. TLO. Donc, comme nous venons de le dire, le ſinus total eſt au ſinus de la parallaxe horizontale, comme le ſinus de la diſtance au zénith eſt au ſinus de la parallaxe de hauteur.

1699. Lorſqu'on connoît la parallaxe horizontale d'un aſtre, il eſt aiſé de connoître ſa diſtance au centre de la terre. En effet, dans le triangle

rectangle TAO, on connoît le demi-diametre TO de la terre, qui est de 1432 $\frac{1}{2}$ lieues (chacune de 2283 toises), & l'angle AOT, qui est de 90 degrés, puisqu'on suppose l'astre dans la ligne horizontale : si donc on connoît de plus l'angle TAO, qui est la parallaxe horizontale, il sera aisé de résoudre le triangle TAO, & de connoître la longueur du côté TA, qui est la distance de l'astre. Ainsi ce problême si important dans l'Astronomie, *trouver la distance d'un astre au centre de la terre*, se réduit à celui-ci, *trouver la parallaxe horizontale.* Et pour la trouver, les Astronomes ont trois méthodes différentes, dont ils font usage suivant les circonstances. Ces trois méthodes sont, celle des plus grandes latitudes, celle des parallaxes d'ascension droite, & celle des différences de déclinaison déterminées en même temps par des Observateurs fort éloignés les uns des autres.

1700. C'est par ces moyens qu'on a trouvé les distances du soleil & des planetes. Mais les étoiles sont si éloignées, qu'elles n'ont pas de parallaxe sensible ; de sorte qu'on ne peut pas connoître leur distance, même par approximation. On sait seulement que leur éloignement est prodigieux. Car si la parallaxe d'une étoile étoit seulement d'une seconde (& elle est sûrement de moins qu'une

ſeconde), ſa diſtance au ſoleil ſeroit 206,264 fois celle de la terre au ſoleil, laquelle eſt de 34,761,680 lieues. Cette étoile ſeroit donc diſtante du ſoleil de 7,170,083,163,520 lieues; en un mot de plus de 7 millions de millions de lieues.

1701. Quand les étoiles ne ſeroient qu'à cette diſtance, le diametre du ciel étoilé ſeroit

| | |
|---|---|
| ........................ | 14,340,166,327,040 lieues. |
| Sa circonférence......... | 45,069,094,170,697 |
| La valeur de chaque degré. | 125,191,929,252 |
| = de chaque minute... | 2,086,532,137 |
| = de chaque ſeconde.. | 34,775,535 |

1702. Il ſuit de là que, ſi une étoile avoit 1 ſeconde de diametre apparent, ſon diametre réel ſeroit plus grand que la diſtance de la terre au ſoleil (1700). Il eſt vrai que le diametre apparent des étoiles n'eſt pas de $\frac{1}{4}$ de ſeconde, puiſqu'une étoile eſt éclipſée par la lune en moins de $\frac{1}{2}$ ſeconde, & que la lune ne parcourt guere que 1 ſeconde de degré en 2 ſecondes de temps (1881). D'un autre côté, les étoiles ſont ſûrement plus éloignées que nous ne l'avons dit (1700): d'où nous devons conclure qu'elles ſont ſûrement très-grandes; & qu'il eſt probable que chacune d'elles eſt un ſoleil qui éclaire d'autres planetes.

1703. Car la portion circulaire du ciel que nous

cache la lune dans ſes moyennes diſtances (1871); ſon diametre apparent étant de 31′ 31″, eſt d'autant plus grande, que le ciel étoilé eſt plus éloigné. Si donc nous ſuppoſons les deux rayons GO, IO,
*Fig.* 278. (*fig.* 278.) raſant les bords de la lune N, & arrivant à l'œil de l'Obſervateur O, il eſt clair que, ſi le ciel étoilé eſt *h* F *z*, la lune N nous cache une portion circulaire de ce ciel dont le diametre eſt EF; mais ſi le ciel étoilé eſt HIZ, la portion circulaire, cachée par la lune N, a pour diametre GI beaucoup plus grand que EF. Donc, &c. Or, en ſuppoſant l'éloignement des étoiles tel ſeulement que nous l'avons dit (1700), cette portion circulaire du ciel, cachée par la lune, auroit 65,760,537,832 lieues de diametre : mais dans cet eſpace pourroient être placés 2467 ſyſtêmes pareils au nôtre, lequel a plus de 1300 millions de lieues de diametre : il s'en faut cependant de beaucoup que la lune ne nous cache un auſſi grand nombre d'étoiles. Il n'eſt donc pas difficile de croire que chacune d'elles eſt un ſoleil, autour duquel circulent des planetes; & qu'il y a aſſez de place, pour que ces planetes n'embraſſent pas deux ſoleils dans leurs révolutions.

1704. D'après ce que nous venons d'énoncer, il eſt aiſé de ſe convaincre de ce que nous avons dit ci-deſſus (1691), ſavoir que, ſi les étoiles

faiſoient leur révolution autour de la terre en $23^h 56' 4''$, comme elles paroiſſent le faire, il faudroit, vu leur diſtance prodigieuſe, que celles qui ſont vers l'équateur, parcouruſſent plus de 500 millions de lieues par ſeconde de temps. Car ſi l'on diviſe la circonférence du ciel étoilé (1701) par 86,164, nombre de ſecondes pendant leſquelles les étoiles paroiſſent achever leur révolution, le quotient eſt 523,061,768 lieues.

1705. Enfin, l'éloignement des étoiles que nous avons ſuppoſé (1700), & nous l'avons ſûrement ſuppoſé de beaucoup trop petit, cet éloignement, dis-je, eſt tel, qu'un corps partant d'une étoile, pour arriver à la terre, avec une vîteſſe uniforme de 200 toiſes par ſeconde, y emploieroit plus de 2,595,477 ans. Et la lumiere, qui ſe propage avec une très-grande vîteſſe, puiſqu'elle n'emploie que 8 minutes à parvenir du ſoleil à la terre (1180), emploieroit plus de 3 ans pour arriver d'une étoile à nous : de ſorte que, s'il plaiſoit à l'Auteur de la Nature de créer une nouvelle étoile dans le voiſinage de celles que nous connoiſſons, nous ne pourrions l'appercevoir que plus de 3 ans après ſa création.

1706. Quelle doit donc être la petiteſſe de la terre que nous habitons, dans une étendue auſſi immenſe? Dans le diametre que nous avons

ſuppoſé au ciel étoilé (1701), celui de la terre, qui eſt de 2865 lieues, y ſeroit contenu 5,005,293,656 fois, ou plus de 5000 millions de fois. Si donc on vouloit repréſenter le ſyſtême des corps céleſtes, dans les proportions de groſſeurs & de diſtances; en repréſentant la terre par une boule de 3 lignes de diametre, il faudroit que la ſphere étoilée, pour être dans ces proportions, eût plus de 7612 lieues de diametre. La terre eſt donc dans l'Univers tout au plus ce que ſeroit une boule de 3 lignes de diametre, flottante dans une ſphere de plus de 7612 lieues de diametre; c'eſt-à-dire, plus de 18 $\frac{2}{3}$ fois groſſe comme la terre. Et nous, qui ſommes ſi petits ſur cette terre ſi petite, ne devrions-nous pas en être humiliés? Mais ce qui eſt bien propre à nous enorgueillir, c'eſt qu'avec autant de petiteſſe, nous ayions pu meſurer des eſpaces auſſi immenſes. Si le corps eſt petit, l'eſprit eſt grand.

1707. *Syſtême de Copernic. Copernic*, vers l'an 1530, pour obvier aux inconvéniens des ſyſtêmes imaginés avant lui, commença d'abord par admettre le mouvement diurne de la terre, ou ſon mouvement de rotation ſur ſon axe: ce qui rendit inutiles ces vîteſſes prodigieuſes dans les mouvemens des corps céleſtes, dont nous avons parlé ci-deſſus (1691), & par-là ſimplifia beaucoup le ſyſtême. Ce mouvement une fois admis, il devenoit bien

bien simple d'admettre un second mouvement de la terre dans l'écliptique. Celui-ci explique, avec la plus grande facilité, le phénomene des stations (1850) & des rétrogradations des planetes (1844), qui deviennent de pures apparences, quand on admet ce mouvement de la terre; & qui sont des bizarreries incroyables dans chaque planete, lorsqu'on suppose la terre immobile. Suivant *Copernic*, le soleil S (*fig.* 276.) est donc au centre de notre système planétaire : les planetes principales tournent autour de lui dans l'ordre suivant; Mercure ☿; Vénus ♀, la Terre ♁, Mars ♂, Jupiter ♃, Saturne ♄, & Herschel ♅, à des distances du soleil, qui sont à peu près comme les nombres 4, 7, 10, 15, 52, 95, 191. De plus, autour de la terre ♁ tourne la Lune ☾, dans une orbite qui est emportée avec la Terre dans son mouvement annuel autour du Soleil. Pareillement autour de Jupiter ♃, de Saturne ♄, & d'Herschel ♅ tournent les 4 satellites du premier, les 5 satellites du second, & les 2 satellites du troisieme. Le tout est terminé par le ciel des étoiles fixes. *Fig.* 276.

1708. *Systême de Ticho-Brahé.* Quoique les phénomenes célestes s'expliquent avec une grande facilité dans le systême de *Copernic*, quoique les observations & le raisonnement lui soient également favorables, il s'est trouvé de son temps un très-habile Astronome qui a voulu se refuser à

l'évidence de ses découvertes : *Ticho-Brahé*, trompé par une expérience mal faite (1), & peut-être encore plus par l'envie de faire un système, en composa un qui tient le milieu entre celui de *Ptolémée* & celui de *Copernic*. Il supposa donc la terre en repos, & que les autres planetes, tournant autour du soleil, tournoient aussi avec lui autour de la terre en 24 heures. Ce fut vers la fin du seizieme siecle qu'il proposa son système. Il
*Fig.* 277. plaça la Terre ♁ (*fig.* 277.) immobile au centre, & fit tourner autour d'elle la Lune ☾, le Soleil S, & les étoiles fixes; les autres planetes, savoir, Mercure ☿, Vénus ♀, Mars ♂, Jupiter ♃, & Saturne ♄, tournant autour du soleil, dans des orbites qui sont emportées avec lui dans sa révolution autour de la terre. Comme le système de *Ticho-Brahé* exige la même rapidité de mouvement qu'exigent les systêmes de *Ptolémée* & des Egyptiens, il n'est pas plus recevable qu'eux.

---

(1) Cette expérience est celle d'une pierre jetée du haut d'une tour, & qui tombe à son pied : ce que *Ticho* prétendoit ne devoir pas arriver, si la terre étoit en mouvement. *Ticho* n'avoit pas réfléchi que la terre est dans le cas d'un vaisseau qui est à la voile : une pierre jetée du haut de son mât, tomberoit au pied de ce mât, pourvu que sa vîtesse ne fût ni accélérée ni ralentie. Mais cette expérience, qui fut mal interprétée alors, fut la cause ou le prétexte qui empêcha *Ticho* de se rendre.

1709. Auſſi *Longomontanus*, Aſtronome célebre, qui vécut dix ans chez *Ticko*, à Uranibourg, ne put ſe réſoudre à admettre en entier le ſyſtême de ce dernier : il admit le mouvement diurne de la terre, ou ſon mouvement de rotation ſur ſon axe, pour éviter de donner à toute la machine céleſte cette vîteſſe inconcevable du mouvement diurne, qui, par l'intenſité de ſa force centrifuge (177 & 180), diſperſeroit bientôt les étoiles & les planetes, à moins qu'on ne ſupposât les cieux ſolides, comme le faiſoient les Anciens.

1710. Quoiqu'il y ait moins de difficultés à propoſer à *Longomontanus* que contre *Ticko-Brahé*, il eſt aujourd'hui bien prouvé que le mouvement annuel de la terre eſt auſſi évident que ſon mouvement diurne. Ainſi le ſyſtême de *Copernic*, corrigé par *Kepler* & *Gallilée*, demeure vrai dans tous ſes points. Et c'eſt celui que nous allons ſuivre.

## *Des Phénomenes céleſtes, ſelon le ſyſtême de Copernic.*

1711. Il y a deux ſortes d'aſtres. Les uns, lumineux par eux-mêmes, brillent de toutes parts, & éclairent tout ce qui les environne juſqu'à une certaine diſtance : tels ſont le ſoleil & les étoiles qu'on appelle *fixes*. Les autres, étant des corps opaques, comme la terre que nous habitons, ne

deviennent lumineux que par une lumiere empruntée, en un mot qu'en réfléchiſſant celle qui leur vient d'un aſtre lumineux par lui-même : telles ſont les planetes du premier & du ſecond ordre, & les cometes.

## *Des Etoiles.*

1712. Il eſt naturel de penſer que l'étude de l'Aſtronomie a dû commencer par la connoiſſance des étoiles ; parce que ce ſont autant de points fixes qui nous ont ſervi à meſurer les mouvemens des aſtres intermédiaires.

1713. Les étoiles ſont des corps lumineux par eux-mêmes, qui ne changent point de poſition reſpectivement les uns aux autres, & qui ſont placés à une diſtance de la terre ſi grande, qu'on n'a jamais pu la meſurer même par approximation (1700).

1714. Les étoiles ſont appelées *fixes*, non ſeulement parce qu'elles ne changent point de poſition reſpectivement les unes aux autres, mais encore parce qu'on ne leur connoît aucun mouvement réel, quoiqu'on obſerve en elles pluſieurs mouvemens apparens, comme nous le dirons bientôt (1729). Si elles en ont quelques-uns de réels, ce ne peut être qu'un mouvement de rotation

ſur leur centre, que leur attribuent, en effet, la plupart des Aſtronomes modernes.

1715. Les étoiles ne nous paroiſſent pas toutes de la même grandeur, ſoit qu'elles ſoient réellement de grandeurs différentes entre elles, ſoit qu'elles nous paroiſſent telles, parce qu'elles ſont placées à différentes diſtances de nous. Il eſt très-probable que ces deux cauſes contribuent à nous les faire paroître ſous des grandeurs différentes; c'eſt-à-dire qu'elles ſont placées à des diſtances de la terre plus grandes pour les unes que pour les autres, & qu'elles ne ſont pas toutes d'une grandeur égale. Quoi qu'il en ſoit, les Aſtronomes diſtribuent les étoiles en ſix claſſes, relativement à leur grandeur; parce qu'on en obſerve à la vue ſimple de ſix grandeurs différentes, indépendamment de certaines petites taches blanchâtres, qu'on appelle *étoiles nébuleuſes*, & d'une bande ou eſpece de ceinture d'une couleur laiteuſe, qu'on a nommée, pour cette raiſon, la *voie lactée.*

1716. Les étoiles nous paroiſſent fixées à une voûte bleue ou azurée. Cette couleur azurée ne vient point, comme on le pourroit croire, du ciel même : car l'eſpace qui eſt entre les aſtres, n'offrant à nos yeux aucun corps ni éclairé ni éclairant, devroit nous paroître parfaitement noir, comme il arrive lorſque nous regardons un trou

très-profond, d'où il ne vient aucune lumiere. Cette couleur vient donc d'une autre cause, que voici. Ce n'est pas le ciel que nous voyons alors, mais la concavité de notre athmosphere : car la lumiere, telle qu'elle nous vient des astres, est composée de rayons de différentes couleurs (1374) : tous ces rayons arrivent des astres vers la terre, & sont ensuite réfléchis par la terre, & se plongent dans l'athmosphere, en prenant la route du ciel. Mais de tous ces rayons, les uns sont plus foibles & plus réflexibles que les autres (1411) ; & ces plus foibles sont les bleus & les violets. Comme l'athmosphere composée d'air & de vapeurs (954), qui enveloppe la terre de toutes parts (953), a une certaine épaisseur (963), il n'y a que les rayons les plus forts, tels que les rouges, les orangés, les jaunes, & peut-être les verts, qui puissent la traverser entiérement : les bleus & les violets, trop foibles pour cela, sont donc réfléchis une seconde fois vers la terre par l'athmosphere qu'ils n'ont pu percer, & nous font voir sa concavité sous la couleur qui leur est propre. Comme les violets sont très-foibles, les bleus font sur nos yeux une impression plus forte, & qui se fait sentir davantage : voilà pourquoi nous voyons le ciel bleu ou azuré. Cependant, lorsque le ciel est parfaitement serein, on le voit d'un bleu tirant sur le violet.

1717. Le nombre des étoiles fixes étant trop grand pour pouvoir les discerner les unes des autres, & leur donner à chacune un nom particulier, comme on l'a fait à nos planetes, on a trouvé plus convenable & d'un usage plus commode de les ranger sous diverses figures, appelées *constellations* ou *astérismes*, pour se former une idée de leurs configurations entre elles, & les reconnoître avec plus de facilité. On a donné à ces constellations les noms & les figures de divers personnages célebres dans l'antiquité, & même de plusieurs animaux ou autres corps inanimés, comme instrumens, machines, &c. que les fables ont feint avoir été transportés de la terre au ciel.

1718. *Ptolémée* forma 48 constellations, dont 12 sont placées autour de l'écliptique, 21 dans la partie septentrionale du ciel, & 15 dans sa partie méridionale.

1719. Les constellations qui entourent l'écliptique, & qui remplissent cette zone du ciel qu'on nomme le *Zodiaque*, sont :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Le Belier. | ♈ | La Balance. | ♎ |
| Le Taureau. | ♉ | Le Scorpion. | ♏ |
| Les Gémeaux. | ♊ | Le Sagittaire. | ♐ |
| L'Ecrevisse ou le Cancer. | ♋ | Le Capricorne. | ♑ |
| Le Lion. | ♌ | Le Verseau. | ♒ |
| La Vierge. | ♍ | Les Poissons. | ♓ |

1720. Après avoir divisé l'écliptique en 12 parties égales, qui sont chacune de 30 degrés, on a assigné un signe à chacun de ces intervalles; & on lui a donné & conservé le nom de la constellation qui s'y rencontroit alors. Le premier de ces signes commence toujours à ce point de l'intersection de l'écliptique avec l'équateur, auquel répond le soleil à l'équinoxe du printemps.

1721. Les 21 constellations formées par *Ptolemée* dans la partie septentrionale du ciel, sont:

La petite Ourse.
La grande Ourse.
Le Dragon.
Céphée.
Le Bouvier.
La Couronne Boréale.
Hercules.
La Lyre.
L'oiseau ou le Cygne.
Cassiopée.
Persée.
Le Cocher.
Le Serpentaire.
Le Serpent.
La Fleche.
L'Aigle.
Le Dauphin.
Le petit Cheval.
Pégase.
Andromede.
Le Triangle.

1722. A ces 21 constellations de la partie septentrionale du ciel, *Ticho-Brahé* en a ajouté 2 autres; savoir, la *chevelure de Bérénice*, qui comprend les étoiles informes qui sont près de la queue du lion: & *Antinoüs*, qui est composé de celles qui sont près de l'aigle.

1723. Les 15 constellations formées par *Ptolemée* vers la partie méridionale du ciel, sont;

La Baleine.
Orion.
Le Fleuve Eridan.
Le Lievre.
Le grand Chien.
Le petit Chien.
Le Navire.
L'Hydre.
La Coupe.
Le Corbeau.
Le Centaure.
Le Loup.
L'Autel.
La Couronne méridionale.
Le Poisson austral.

1724. Les étoiles qui ne purent être comprises dans ces constellations, furent nommées *informes*. Dans l'année 1679, *Augustin Royer*, ayant publié des Cartes célestes, forma, de ces étoiles informes, 11 nouvelles constellations, dont 5 sont dans la partie septentrionale du ciel, & 6 dans la partie méridionale.

Les 5 situées vers le Nord, sont:

La Giraffe.
Le Fleuve du Jourdain.
Le Fleuve du Tigre.
Le Sceptre.
La Fleur de Lis.

Les 6 situées vers le Midi, sont:

La Colombe.
La Licorne.
La Croix.
Le grand Nuage.
Le petit Nuage.
Le Rhomboïde.

1725. *Hévélius* forma auſſi de nouvelles conſtellations, comme on peut le voir dans ſon Ouvrage intitulé, *Firmamentum Sobieskianum*, publié en 1690 avec des cartes céleſtes. Voici les noms de ces conſtellations.

Le Monoceros.
Le Camélopard.
Le Sextant d'Uranie.
Les Chiens de chaſſe.
Le petit Lion.
Le Lynx.
Le Renard avec l'Oie.
L'Ecu de Sobieski.
Le Lézard.
Le petit Triangle.
Le Cerbere.

Mais quelques-unes de ces conſtellations répondent à celles de *Royer* : comme, par exemple, le camélopard, à la giraffe; les chiens de chaſſe, au fleuve du Jourdain; le renard avec l'oie, au fleuve du Tigre; le lézard, au ſceptre; le monoceros, à la licorne.

1726. La navigation a procuré aux Aſtronomes modernes les moyens d'aller obſerver plus exactement l'hémiſphere méridional, dont un grand nombre des étoiles ne paroiſſent jamais ſur notre horizon. On a donc ajouté aux conſtellations déjà connues, les 12 ſuivantes, qui ont été décrites par *Jean Bayer*.

Le Paon.
La Grue.
Le Toucan.
Le Phénix.

La Dorade.
Le Poiſſon volant.
L'Hydre mâle.
Le Caméleon.
La Mouche.
L'Oiſeau de Paradis.
Le Triangle auſtral.
L'Indien.

1727. Malgré ces additions, il reſtoit encore dans cet hémiſphere de très-grands vides & un grand nombre d'étoiles informes, dont l'Abbé *de la Caille*, très-ſavant & très-laborieux Aſtronome, que la mort nous a trop promptement enlevé, a formé 14 nouvelles conſtellations, qu'il a conſacrées aux Arts, en leur donnant les figures & les noms des principaux inſtrumens. En voici la liſte, ſelon l'ordre de leur aſcenſion droite, & telle qu'il l'a donnée lui-même dans les *Mém. de l'Acad. des Sc. année* 1752, *pag.* 588.

L'Atelier du Sculpteur.
Le Fourneau chimique.
L'Horloge.
Le Rhéticule rhomboïde.
Le Burin du Graveur.
Le Chevalet du Peintre.
La Bouſſole.
La Machine pneumatique.
L'Octant.
Le Compas.
L'Equerre & la Regle.
Le Télefcope.
Le Microſcope.
La Montagne de la Table.

1728. *Jean Bayer*, Allemand, dont nous avons parlé ci-deſſus (1726), a rendu un très-grand ſervice aux Aſtronomes, &, en général, à ceux

qui ont besoin de bien connoître le ciel étoilé, en publiant des Cartes célestes, dans lesquelles les étoiles de chaque constellation sont désignées chacune par une lettre de l'alphabet grec ou latin : ce qui a été reçu de tous les Astronomes qui l'ont suivi. De sorte que, pour désigner telle ou telle étoile de telle ou telle constellation, au lieu de se servir d'une périphrase, il suffit de dire, l'étoile δ ou η ou α de telle constellation : & l'on sait tout de suite de quelle étoile il est question.

1729. On observe dans les étoiles fixes six sortes de mouvemens, dont aucun n'est réel; ils ne sont tous qu'apparens.

1730. 1°. Leur mouvement diurne, par lequel toutes les étoiles fixes paroissent faire un tour entier, d'orient en occident, autour des pôles de l'équateur céleste, dans l'espace de 23 heures 56 minutes 4 secondes. L'apparence de ce mouvement est causée par la rotation journaliere de la terre sur son axe (1817), qui s'acheve dans le même espace de temps, & qui se fait d'occident en orient.

1731. 2°. Leur mouvement annuel, par lequel toutes les étoiles fixes paroissent faire un tour entier, d'orient en occident, autour des pôles de l'équateur céleste, dans l'espace de 365 jours 6 heures 9 minutes 10 secondes 30 tierces. C'est ce

que l'on appelle l'*année sidérale*, qui est la durée de l'année solaire par rapport aux étoiles fixes, c'est-à-dire, le temps qui s'écoule depuis l'instant où le soleil est en conjonction avec une étoile, jusqu'à celui où il arrive de nouveau en conjonction avec la même étoile, après une révolution entiere (1804.), Par ce mouvement, les étoiles précedent le soleil tous les jours d'une petite quantité : de sorte qu'une étoile qui passe aujourd'hui au méridien en même temps que le soleil, y passera demain environ 3 minutes 56 secondes plus tôt; & ainsi de suite chaque jour, jusqu'à ce que cette étoile soit arrivée de nouveau en conjonction avec le soleil, après une révolution entiere. L'apparence de ce mouvement est causée par la rotation annuelle de la terre autour du soleil, qui se fait d'occident en orient (1801), & par laquelle le soleil paroît avancer dans le même sens dans l'écliptique, de 59 minutes 8 secondes & environ 20 tierces de degré par jour.

1732. 3°. Le mouvement par lequel la longitude de toutes les étoiles fixes (1947) augmente chaque année de 50 secondes & environ 20 tierces de degré; lequel mouvement paroît se faire d'occident en orient autour des pôles de l'écliptique, & dont la révolution entiere ne s'acheve que dans l'espace d'environ 25,748 ans.

C'eſt ce changement obſervé dans la longitude des étoiles, qu'on appelle *préceſſion des équinoxes* (1949). L'apparence de ce mouvement eſt cauſée par la rétrogradation réelle des points équinoxiaux, qui ſe meuvent d'orient en occident, & rétrogradent chaque année de 50 ſecondes & environ 20 tierces de degré; & en conſéquence les longitudes des étoiles augmentent de la même quantité. Cette rétrogradation des points équinoxiaux vient de ce que les pôles de la terre tournent, d'orient en occident, autour des pôles de l'écliptique dans un cercle d'environ 47 degrés de diametre. Les Aſtronomes prétendent que cette rotation des pôles de la terre eſt produite par l'attraction du ſoleil & de la lune ſur la partie annulaire du ſphéroïde de la terre, relevé vers l'équateur.

1733. 4°. Le changement général de latitude (1793) obſervé dans les étoiles fixes; c'eſt-à-dire, le changement de leur diſtance à l'écliptique. L'apparence de ce mouvement eſt cauſée par la variation de l'obliquité de l'écliptique (1739). Il paroît qu'on n'eſt pas encore bien inſtruit de la cauſe de cette variation, qui eſt fort petite; car elle eſt évaluée par M. *de la Lande*, à environ 1 minute 28 ſecondes par ſiecle, & ſeulement à 44 ſecondes par l'Abbé *de la Caille*. Cette variation ne viendroit-elle point de ce que les pôles

de la terre, tournant autour des pôles de l'écliptique (1732), ne tournent pas dans un cercle parfait ? car, puisque cette rotation eſt produite par l'attraction du ſoleil & de la lune, il eſt très-probable que cette attraction n'eſt pas toujours de la même valeur. Je haſarde cette idée, & ne la donne que comme une conjecture. La nutation (1739) cauſe auſſi une variation dans l'obliquité de l'écliptique, mais d'une maniere périodique.

1734. 5°. Le mouvement par lequel les étoiles fixes ſemblent décrire, dans l'eſpace d'une année, des ellipſes de 40 ſecondes au plus de diametre, & qui ont pour centre le point réel où ſe trouve chaque étoile. L'apparence de ce mouvement eſt cauſée par le mouvement de la lumiere, combiné avec le mouvement annuel de la terre; & c'eſt ce qu'on appelle *aberration*. Ce mouvement apparent des étoiles a été découvert, vers l'année 1728, par *Bradley*, qui en a, en même temps, trouvé la vraie cauſe. Si la terre étoit fixe, nous verrions les étoiles toujours dans le même point du ciel : mais, pendant le temps que le rayon de lumiere arrive d'une étoile à nous, la terre avance dans ſon orbite; & comme nous voyons toujours les objets en ligne droite à l'extrémité du rayon qui nous en apporte l'image, & dans la direction qu'a ce rayon en arrivant à notre œil,

il s'ensuit que l'étoile doit paroître plus avancée d'une quantité égale à celle dont l'Observateur, placé à la surface de la terre, & emporté avec elle dans son mouvement annuel, est avancé lui-même, pendant le temps que le rayon de lumiere a employé à arriver à lui. Or un rayon de lumiere emploie environ 16 minutes à parcourir le diametre de l'orbite de la terre (1180); & en pareil temps, la terre parcourt environ 40 secondes de degré dans son orbite. Une étoile située dans l'écliptique, doit donc paroître de 40 secondes plus avancée quand elle est en opposition avec le soleil, qu'elle ne le paroît six mois après, lorsqu'elle est en conjonction : car, dans ce dernier cas, elle est plus éloignée de la terre de tout le diametre de l'orbite terrestre. C'est effectivement ce qui est conforme à l'observation. Et comme la terre parcourt une orbite elliptique, l'étoile doit paroître décrire une pareille courbe. (*Voyez l'Astronomie de M. de la Lande, pag.* 1055 *& suivant.*).

1735. L'aberration est nulle en latitude pour les étoiles situées dans l'écliptique : elle doit donc, pour ces étoiles-là, se faire toute entiere dans le plan de l'écliptique. Il suit de là que les ellipses que les étoiles semblent décrire, ont un petit axe d'autant plus grand, que l'étoile est plus voisine

voisine du pôle de l'écliptique. C'est effectivement ce qui arrive ; car le plus grand écart du lieu réel, soit vers le nord, soit vers le sud, est à peu près comme le sinus de la latitude de chaque étoile. D'où il suit que l'aberration en latitude va toujours en diminuant du pôle de l'écliptique à l'écliptique ; puisqu'une étoile placée dans l'écliptique, n'a point d'aberration en latitude, & qu'une étoile qui seroit placée au pôle de l'écliptique, auroit la plus grande aberration possible en latitude. Il en est de même de l'aberration en déclinaison ; elle va en diminuant des pôles du monde à l'équateur.

1736. Puisque l'aberration en latitude s'anéantit quelquefois, & que l'aberration en longitude ne s'anéantit jamais, l'aberration en longitude doit toujours être plus grande que l'aberration en latitude : donc l'aberration en longitude doit former le grand axe, & l'aberration en latitude doit former le petit axe des ellipses d'aberration. Ce grand axe est donc toujours parallele à l'écliptique, & le petit axe lui est toujours perpendiculaire.

1737. 6°. Un mouvement de 9 secondes, observé dans les étoiles fixes, dont l'apparence est, dit-on, causée par le mouvement réel du pôle de l'équateur terrestre, qui décrit, par un mouvement rétrograde, ou d'orient en occident, un

cercle dont le centre eſt le lieu moyen du pôle, & qui a 18 ſecondes de diametre. Ce mouvement eſt ce qu'on appelle *nutation* : & l'on prétend qu'il eſt produit par l'attraction de la lune ſur le ſphéroïde de la terre. En effet, ſa période répond exactement à celle des nœuds de la lune (1886) ; c'eſt-à-dire qu'elle eſt de 18 ans & environ 8 mois. Ce mouvement apparent dans les étoiles fixes a été découvert par *Bradley* : & M. *Machin*, célebre Géometre Anglois, pour en rendre raiſon, a employé l'hypotheſe ſuivante.

Fig. 279. Soit E (*fig.* 279.) le pôle de l'écliptique ; P, le lieu moyen du pôle de l'équateur, qui eſt éloigné du pôle E de l'écliptique d'environ $23\frac{1}{2}$ degrés ; FG, le colure des ſolſtices ; HI, le colure des équinoxes. Du point P, comme centre, ſoit décrit un petit cercle ABCD, dont le rayon PB ſoit de 9 ſecondes, & dont le vrai pôle de l'équateur parcourt la circonférence dans le même temps que les nœuds de la lune emploient à faire leur révolution ; & cela par un mouvement rétrograde & correſpondant à celui des nœuds de la lune. On ſuppoſe que le vrai pôle de l'équateur ſoit en A ſur le colure FG des ſolſtices du côte du Cancer ♋, lorſque le nœud aſcendant de la lune eſt vis-à-vis le premier point du Belier ♈, dans l'équinoxe du printemps, ſur le colure HI des équinoxes ; & qu'il ſe meut de A en B de la

même maniere que le nœud; de ſorte qu'il ſe trouve en B, ſur le colure HI des équinoxes, lorſque le nœud de la lune eſt au premier point du Capricorne ♑, ſur le colure FG des ſolſtices: en C, ſur le colure FG des ſolſtices, lorſque le nœud de la lune eſt au premier point de la Balance ♎, ſur le colure HI des équinoxes: en D, ſur le colure HI des équinoxes, lorſque le nœud de la lune eſt au premier point du Cancer ♋, ſur le colure FG des ſolſtices; en ſorte que le vrai lieu du pôle de l'équateur ſoit toujours plus avancé de 3 ſignes, dans le cercle ABCD, que le lieu du nœud de la lune.

1738. Puiſque le pôle de l'équateur rétrograde de A en B, il doit ſe rapprocher des étoiles qui ſont dans le colure HI des équinoxes: de ſorte que la préceſſion des équinoxes (1804) paroîtra plus grande, en occaſionnant, dans les étoiles qui ſont ſur le colure HI des équinoxes, un changement apparent de déclinaiſon de 9 ſecondes plus grand qu'il ne devroit être, & cela dans l'eſpace de 4 ans & environ 8 mois, que le nœud emploiera à venir du premier point du Belier ♈ au premier point du Capricorne ♑, & le pôle de l'équateur à venir de A en B. En même temps le pôle de l'équateur paroîtra s'être approché des étoiles qui ſont vers le ſolſtice

d'hiver en G. Telles ſont en effet les circonſtances que *Bradley* a obſervées.

1739. Un des effets généraux de la nutation, celui même qui eſt le plus facile à appercevoir, eſt le changement de l'obliquité de l'écliptique (1733) : cet angle augmente de 9 ſecondes, quand le pôle de l'équateur eſt en A, & que le nœud aſcendant de la lune eſt dans le premier point du Belier ♈ ; & il diminue de 9 ſecondes, lorſque le pôle de l'équateur eſt en C, & que le nœud de la lune eſt au premier point de la Balance ♎ : de ſorte que, dans ce dernier cas, l'angle que fait l'écliptique avec l'équateur, doit être moindre de 18 ſecondes que dans le premier. Car la diſtance EC, qui ſe trouve, dans ce dernier cas, entre le pôle E de l'écliptique & le pôle C de l'équateur, eſt moindre que la diſtance EA, qui ſe trouve entre ces deux pôles dans le premier cas, de la quantité AC, qui eſt la nutation totale de 18 ſecondes.

## *Du Soleil.*

1740. Puiſque nous avons regardé les étoiles comme autant de ſoleils (1702), nous devons regarder notre ſoleil comme une étoile, & même comme une des plus petites, mais dont le diametre nous paroît conſidérablement plus grand

que celui des autres étoiles, parce qu'il eſt incomparablement plus proche de nous.

1741. On penſe aſſez univerſellement aujourd'hui que le ſoleil eſt compoſé de la matiere de la chaleur & de la lumiere, que les Phyſiciens regardent comme la même, mais différemment modifiée (1175). En effet, cette opinion a beaucoup de vraiſemblance, puiſque le ſoleil échauffe & éclaire, en quoi conſiſtent les deux principales propriétés de la matiere de la chaleur & de la lumiere.

1742. De quelque nature que ſoit le ſoleil, il eſt conſtant que, de tous les corps céleſtes, c'eſt celui qui nous intéreſſe le plus. Il eſt la principale ſource de la chaleur qui anime notre monde, & de la lumiere qui l'éclaire : il forme les jours, les ſaiſons & les années ; il anime tout ce qui végete ſur la terre, & ſa chaleur eſt néceſſaire à notre conſervation. Son action s'étend autour de lui à des diſtances conſidérables ; de ſorte qu'il eſt le centre d'une ſphere d'activité, qu'on peut conſidérer comme formée par un nombre indéfini de rayons divergens, partant de tous les points de ſa ſurface. Ainſi, ſoit que le ſoleil éclaire, ſoit qu'il échauffe, ſon action, ſur les corps qui la reçoivent, eſt d'autant plus grande, qu'ils ſont plus près de lui : & la proportion dans laquelle cette action ſe fait ſentir ſur les

corps, eſt en raiſon inverſe du quarré de la diſtance (1193). C'eſt pourquoi l'on penſe que notre eau ſeroit toujours bouillante dans *Mercure*, & toujours gelée dans *Saturne*; à plus forte raiſon dans *Herſchell*.

1743. Le ſoleil eſt à peu près ſphérique; cependant il ne nous paroît que comme un diſque circulaire. Cela vient de ce que tous les points de ſa ſurface nous paroiſſant également lumineux, rien ne nous fait ſentir que les parties du milieu ſont plus avancées vers nous que celles des bords (1211), quoiqu'elles ſoient réellement plus proches de nous de plus de 160000 lieues (1751). Cette uniformité de lumiere fait que les lignes ſemi-circulaires, qui forment ſa convexité antérieure, ſe tracent au fond de nos yeux comme des lignes droites. On peut dire la même choſe de la pleine lune & des autres planetes qu'on regarde avec un téleſcope, qui nous paroiſſent plates, quoiqu'elles ſoient réellement ſphériques ou à peu près.

1744. On a remarqué des taches ſur le diſque du ſoleil : elles furent apperçues, en 1611, par le P. *Scheiner*, Jéſuite, ou par *Galilée*, qui lui en diſputa la découverte. On obſerva enſuite que ces taches avoient un mouvement, qui, vu de la terre, ſe fait de l'orient vers l'occident; mais ſi on le conſidere vu du centre du ſoleil,

il ſe fait de l'occident vers l'orient, de même que preſque tous les mouvemens propres des corps céleſtes. Ces taches, après avoir cheminé du bord oriental du ſoleil à ſon bord occidental, diſparoiſſent pour nous pendant un certain intervalle de temps, après lequel elles reparoiſſent de nouveau vers le bord oriental, pour recommencer la même route. Comme on a remarqué, 1°. que ces taches reſtent cachées pour nous pendant un temps à très-peu près égal à la durée de leur apparition; 2°. que la même tache paroît toujours plus étroite vers les bords de l'aſtre, que lorſqu'elle ſe trouve plus avancée vers le milieu; on en a conclu, & avec raiſon, qu'elles ſont plates & adhérentes à la ſurface même du ſoleil.

1745. Ces obſervations & ces raiſonnemens nous ont appris que le ſoleil, que l'on croyoit immobile au centre de notre ſyſtême planétaire, tourne ſur ſon axe; & que cette révolution s'acheve, relativement à un point fixe dans le ciel, dans l'eſpace de 25 jours 14 heures 8 minutes; de ſorte que, vu l'étendue de ſa circonférence (1821), chaque point de ſon équateur parcourt environ 1048 $\frac{2}{3}$ toiſes par ſeconde de temps.

1746. On a encore remarqué que la route de ces taches, ſur le diſque du ſoleil, n'eſt pas toujours une ligne droite; ce qui devroit être, ſi l'équateur du ſoleil étoit dans le plan de l'éclip-

tique; puiſque les centres du ſoleil & de la terre ne ſortent jamais de ce plan (1793). Mais la ligne que les taches paroiſſent décrire, eſt ſouvent une ellipſe, dont la convexité regarde tantôt le nord, tantôt le midi. D'où l'on a conclu, avec raiſon, que l'équateur du ſoleil eſt incliné à l'écliptique; & cette inclinaiſon a été trouvée de 7 degrés 30 minutes.

1747. L'équateur ſolaire eſt auſſi incliné à l'équateur terreſtre de 27 degrés 10 minutes; & il le coupe à 15 degrés 26 minutes du point équinoxial.

1748. Le nœud de l'équateur du ſoleil, c'eſt-à-dire, le point où il coupe l'écliptique, eſt à 2 ſignes 10 degrés, c'eſt-à-dire, au 10<sup>e</sup>. degré des gémeaux.

1749. Nous verrons bientôt (1760) que les planetes qui tournent autour du ſoleil (1707), ne ſe meuvent point dans des cercles, mais dans des ellipſes, dont le ſoleil occupe un des foyers: d'où il ſuit que le ſoleil ſe trouve tantôt plus, tantôt moins éloigné de ces planetes: ſon point le plus éloigné de la terre s'appelle ſon *Apogée*; & ſon point qui en eſt le plus rapproché, ſe nomme ſon *Périgée*: & il y a deux points intermédiaires qui ſe nomment ſes *moyennes diſtances*.

1750. La moyenne diſtance du ſoleil à la terre étant ſuppoſée de 100000 parties, & l'excentri-

cité (1795) de l'orbite de la terre, c'eſt-à-dire, la moitié de la différence de ſa plus grande diſtance au ſoleil à ſa plus petite, étant de 1685 de ces parties (1796), lorſque le ſoleil eſt dans ſon apogée (1749), il eſt éloigné de la terre de 101,685 de ces parties : & lorſqu'il eſt dans ſon périgée, il n'en eſt éloigné que de 98,315 de ces mêmes parties. De ſorte que ſa plus grande diſtance eſt à ſa plus petite, à peu près comme 30 eſt à 29. On ne connoît pas, avec une parfaite exactitude, la vraie diſtance du ſoleil à la terre. Les Aſtronomes, d'après les obſervations des paſſages de Vénus ſur le diſque du ſoleil, arrivés le 6 Mai 1761 & le 3 Juin 1769, ont conclu la parallaxe (1692) du ſoleil de 8 $\frac{1}{2}$ ſecondes ; ce qui donne la moyenne diſtance du ſoleil à la terre de 34,761,680 lieues de 2283 toiſes chacune. Cela étant, la diſtance du ſoleil à la terre, dans l'Apogée, eſt de 35,347,414 lieues : & dans le périgée, elle n'eſt que de 34,175,946 lieues.

1751. Nous voyons les corps d'autant plus grands, qu'ils ſont plus près de nous (1208) : cela étant, le diametre apparent du ſoleil doit varier ſuivant ſa plus ou moins grande diſtance à la terre. En effet, vu à ſa moyenne diſtance de la terre, ſon diametre apparent eſt de 31′ 57″ 30‴ : lorſque le ſoleil eſt dans ſon apogée, il eſt de 31′ 25″ : & lorſqu'il eſt dans ſon périgée,

il eſt de 32′ 30″. Et il eſt à celui de la terre (1786) preſque comme 113 eſt à 1. Son diametre réel eſt donc d'environ 323,155 lieues de 2283 toiſes chacune.

1752. Les groſſeurs des corps, comparées entre elles, ſont comme les cubes de leurs diametres. La groſſeur du ſoleil, comparée à celle de la terre, eſt donc à peu près comme 1,400,000 à 1; ou, pour approcher plus du vrai, elle eſt, à très-peu de choſe près, égale à 1,435,023 fois la groſſeur de la terre.

1753. On a calculé les denſités des corps céleſtes, d'après la valeur ou l'intenſité de leur action les uns ſur les autres : & l'on a conclu de là que la denſité du ſoleil eſt à celle de la terre, comme 25,463 eſt à 100,000, ou à peu près, comme 1 eſt à 4.

1754. En multipliant la groſſeur du ſoleil par ſa denſité, on a la valeur de ſa maſſe ; & l'on voit qu'elle eſt à celle de la terre comme 365,400 eſt à 1, à très-peu de choſe près.

1755. Le lieu de l'apogée du ſoleil eſt à 3 ſignes 8 degrés & environ 50 minutes ; c'eſt-à-dire, à 8 degrés & environ 50 minutes du cancer, point du ciel auquel il ſe trouve vers la fin de Juin : & le lieu de ſon périgée eſt au point du ciel oppoſé à celui-ci de 180 degrés, c'eſt-à-dire, à 9 ſignes 8 degrés & environ 50

minutes, ou à 8 degrés & environ 50 minutes du Capricorne, point du ciel auquel il ſe trouve vers la fin de Décembre. De ſorte qu'il eſt plus près de la terre en hiver qu'en été. Le mouvement annuel de l'apogée & du périgée du ſoleil eſt à peu près égal à celui qui cauſe la préceſſion des équinoxes (1732), c'eſt-à-dire, au mouvement des pôles de la terre autour des pôles de l'écliptique; & il eſt probablement produit par la même cauſe.

1756. Le ſoleil nous paroît faire tous les jours une révolution entiere, d'orient en occident, autour de la terre. Ce mouvement journalier, ainſi que celui des étoiles fixes (1730) & même des planetes (1903), n'a rien de réel; cette apparence eſt cauſée par la rotation journaliere de la terre ſur ſon axe, d'occident en orient; laquelle révolution moyenne de la terre (1964) s'acheve, relativement au ſoleil, dans l'eſpace de 24 heures de temps moyen (1965).

1757. Outre ſa révolution journaliere apparente autour de la terre, le ſoleil nous paroît encore avoir un autre mouvement, qui n'eſt pas plus réel: c'eſt celui par lequel il nous paroît parcourir l'écliptique. Cette apparence eſt cauſée par la révolution annuelle de la terre autour du ſoleil, qui s'acheve dans l'intervalle de 365 jours 5 heures 48 minutes 45 ſecondes 30 tierces, pendant lequel

temps le ſoleil nous paroît parcourir les 12 ſignes du Zodiaque. C'eſt auſſi cette durée que l'on appelle l'*année ſolaire*, un peu plus courte que l'année ſidérale (1731). Le moyen mouvement (1808) apparent du ſoleil dans l'écliptique eſt, pour chaque jour, de 59 minutes 8 ſecondes & environ 20 tierces de degré.

## *Des Planetes.*

1758. Les planetes ſont des corps opaques, à peu près ſphériques, & à peu près ſemblables à la terre. Elles ne ſont point lumineuſes par elles-mêmes : elles ne deviennent viſibles que par la lumiere qu'elles reçoivent du ſoleil, & qu'elles réfléchiſſent vers nous.

1759. Toutes les planetes tournent par un mouvement qui leur eſt propre, d'occident en orient, ou autour du ſoleil, ou autour d'une autre planete, en nous paroiſſant parcourir le Zodiaque, de l'étendue duquel elles ne ſortent jamais ; parce que le plan de l'orbite que chacune décrit, eſt peu éloigné du plan de l'écliptique. Toutes ces planetes tournent ainſi en vertu de deux forces : l'une, leur gravité (196 & 197) ; & l'autre, l'impulſion dans la tangente à la courbe qu'elles décrivent (177), laquelle impulſion elles ont reçue dès le commencement de leur mouvement.

1760. *Kepler* a découvert trois fameuſes loix

du mouvement des planetes. La premiere de ces loix eſt que *les planetes décrivent des ellipſes, & non pas des cercles.* Cette loi ſe trouve dans le fameux Livre de *Kepler* : *Nova Phyſica celeſtis, tradita commentariis de Stella Martis*, 1609. Il calcula, par les obſervations de *Ticho*, les diſtances de Mars au ſoleil en différens points de ſon orbite, & il fit voir qu'elles ne pouvoient s'ajuſter ſur la circonférence d'un cercle, dont le diametre étoit déterminé ; mais que la courbe rentroit ſur les côtés en forme d'ovale. *Newton* a fait voir enſuite, par la théorie de l'attraction univerſelle en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, que cette courbe devoit être rigoureuſement une ellipſe, dont l'aſtre central occupe un des foyers. Soit AEPGA (*fig.* 280.) une ellipſe : la planete parcourt cette courbe ; & l'aſtre central eſt placé en S, l'un de ſes foyers. *Fig.* 280.

1761. La ſeconde loi de *Kepler* eſt que *les quarrés des temps périodiques des planetes ſont entre eux, comme les cubes de leurs diſtances à leur aſtre central* : c'eſt-à-dire que, ſi l'on compare le quarré du temps qu'une planete primitive, par exemple, emploie à parcourir ſon orbite, au quarré du temps qu'une autre planete primitive emploie à parcourir la ſienne, l'on trouvera entre ces deux quarrés le même rapport qu'entre les cubes des moyennes diſtances de ces

planetes au ſoleil. De ſorte que ſi l'on connoît les temps périodiques de deux planetes, on ſait, par-là, quelles ſont leurs diſtances reſpectives au ſoleil; & ſi l'on connoît la diſtance vraie de l'une, on connoîtra auſſi la vraie diſtance de l'autre, ainſi que les diſtances de toutes celles dont on connoîtra les temps périodiques. Comparons les temps périodiques de la terre & de Jupiter, & ſuppoſons une des diſtances connue : Le temps périodique de la terre eſt 365, jours dont le quarré eſt 133,225 : le temps périodique de Jupiter eſt 4330 jours, dont le quarré eſt 18,748,900 : ſuppoſons la moyenne diſtance de la terre au ſoleil, 10, dont le cube eſt 1000 : on aura cette proportion : 133,225 : 18,748,900 :: 1000 : $x$. $x$ ſe trouvera être 140,731. Il eſt aiſé de voir que de même que le quarré du temps périodique de Jupiter eſt plus de 140 fois auſſi grand que le quarré du temps périodique de la terre, de même le cube de la moyenne diſtance de Jupiter eſt plus de 140 fois auſſi grand que le cube de la moyenne diſtance de la terre. Et la moyenne diſtance de la terre au ſoleil étant 10; celle de Jupiter au même aſtre eſt un peu plus de 52. Cette loi fut découverte par *Kepler* le 15 Mai 1618, comme il le dit lui-même; (*Harmonices*, *Sect.* *V*, *pag.* 189). Il cherchoit, comme au haſard, des rapports entre les diſtances

des planetes & les durées de leurs révolutions : il comparoit leurs racines & leurs puissances : il vint heureusement à comparer les quarrés des temps avec les cubes des distances ; il trouva que le rapport étoit constant, & fut si enchanté de cette découverte, qu'il avoit peine à se fier à ses calculs. Qu'auroit-il donc éprouvé, s'il eût pu prévoir que cette loi seroit la source de la découverte, plus générale & plus importante encore, de l'attraction universelle faite par *Newton* 50 ans après ?

1762. La troisieme loi de *Kepler* est que *les aires sont proportionnelles aux temps* ; c'est-à-dire que les temps qu'une planete emploie à parcourir les différens arcs A D, D E de son orbite, sont entre eux comme les aires triangulaires A S D, D S E, terminées par ces arcs & par deux lignes droites A S, D S, & D S, E S, tirées des extrémités de ces arcs A D, D E à l'astre central S : & pareillement ces aires sont entre elles, comme les temps employés à parcourir les arcs qui les terminent. D'où l'on voit que ces temps sont d'autant plus courts, que la planete est plus proche de son astre central ; car alors l'aire triangulaire est plus petite. Cette loi étoit une suite de la détermination des excentricités & des vîtesses des planetes ; & *Kepler* ne la reconnut que par les observations : il conjectura qu'elle devoit être gé-

nérale, & l'application qu'il en fit aux obſervations de *Ticho*, lui prouva qu'elle l'étoit en effet. *Newton* a démontré enſuite par les loix du mouvement, qu'elle étoit une ſuite néceſſaire du mouvement de projection combiné avec la force centripete qui retient les planetes dans leurs orbites (196 & 197).

1763. On diviſe les planetes en deux claſſes : celles de la premiere claſſe ſe nomment *Planetes primitives*, ou *principales*, ou *du premier ordre*. Elles ſont au nombre de ſept ; ſavoir, *Mercure* ☿, *Vénus* ♀, *la Terre* ♁, *Mars* ♂, *Jupiter* ♃, *Saturne* ♄, & *Herſchell* ♅. Toutes celles-ci tournent autour du Soleil ☉.

1764. Celles de la ſeconde claſſe s'appellent *Planetes ſecondaires* ou *ſubalternes*, ou *du ſecond ordre* ; autrement, *Satellites* ou *Lunes*. On en compte douze ; ſavoir, une qui tourne autour de la terre, & qui porte ſpécialement le nom de *Lune* ; quatre qui tournent autour de Jupiter ; cinq qui tournent autour de Saturne ; & deux nouvellement découvertes par M. *Herſchell*, & qui tournent autour de ſa planete. Ces onze dernieres portent principalement le nom de *Satellites*, & ne ſe diſtinguent entre elles que par leur plus ou moins grand degré d'éloignement à leur planete principale : de ſorte que celle qui en eſt la plus proche, s'appelle *premier ſatellite* ; la ſuivante, *ſecond*

*ſecond ſatellite*, & ainſi des autres, ſuivant leur degré d'éloignement.

1765. Outre les planetes ſecondaires, dont nous venons de parler (1764), Saturne eſt encore entouré d'un anneau fort mince, preſque plan, qui lui eſt concentrique, & qui eſt également éloigné de ſa ſurface dans tous ſes points. Les Aſtronomes le regardent comme un amas de corps opaques ou de petites lunes.

1766. Cet anneau avoit été apperçu par *Galilée* dès l'année 1610; mais ſa poſition, par rapport à la terre, empêcha *Galilée* de reconnoître ſa vraie figure : il le prit pour deux corps qui accompagnoient Saturne, dont l'un étoit placé vers l'orient, & l'autre vers l'occident. Peu de temps après, il crut appercevoir que ces deux corps étoient ſujets à quelques variations : il remarqua qu'ils avoient diminué de grandeur apparente, & reconnut enfin, vers la fin de l'année 1612, qu'ils avoient entiérement ceſſé de paroître; en ſorte qu'il n'apperçut que le globe de Saturne ſeul & parfaitement rond.

1767. Divers Aſtronomes, après *Galilée*, ont auſſi obſervé cet anneau; mais ils n'ont pas été plus heureux que lui à découvrir ſa vraie figure. C'eſt à *Huyghens* que nous ſommes redevables de cette découverte. Il prouva que ce qui formoit les apparences qu'on avoit remarquées juſ-

qu'alors, étoit un anneau circulaire & plat, détaché de toutes parts du globe de Saturne, qui, étant regardé obliquement de la terre, devoit, ſuivant les regles de l'Optique, paroître ſous la forme d'une ellipſe plus ou moins ouverte, ſuivant que notre œil eſt plus ou moins élevé ſur ſon plan. C'eſt effectivement la figure ſous laquelle paroît l'anneau de Saturne, ſuivant ſes différentes poſitions, par rapport à nous. Ce ſont ces différentes apparences qui ont fait donner à Saturne tant de noms différens.

1768. Lorſque l'anneau eſt placé le moins obliquement, par rapport à nous, que l'ellipſe, ſous la forme de laquelle il paroît, eſt la plus ouverte; alors le petit axe de cette ellipſe égale à peu près la moitié de ſon grand axe : l'anneau ſurpaſſe un peu les bords de Saturne, dont le globe eſt inſcrit dans l'ellipſe; & Saturne eſt alors nommé, *Saturnus elliptico-anſatus plenus.*

1769. Lorſque, l'anneau devenant plus oblique, le petit axe de l'ellipſe qu'il forme, eſt un peu diminué, Saturne eſt nommé, *Saturnus elliptico-anſatus diminutus.*

1770. Lorſque ce petit axe eſt diminué de moitié, ou environ, de façon que le globe de Saturne ſurpaſſe l'ellipſe de part & d'autre, on le nomme, *Saturnus Sphærico-anſatus.*

1771. Lorſque le petit axe eſt diminué au point

qu'on cesse d'appercevoir l'espace vide qui se trouve entre le globe de Saturne & son anneau, on le nomme, *Saturnus Spherico-Cuspidatus*, ou *Saturnus Branchiatus*.

1772. Enfin, lorsque l'anneau disparoît entiérement, Saturne paroît rond, & est appelé *Saturnus Rotundus*.

1773. Il y a trois causes qui peuvent occasionner cette phase ronde. Lorsque Saturne est vers le 20^e^. degré du signe de la Vierge ou des Poissons, le plan de son anneau se trouve dirigé vers le centre du soleil, & ne reçoit de la lumiere que sur son épaisseur, qui n'est pas assez considérable pour nous renvoyer la quantité de lumiere nécessaire pour nous le faire appercevoir de si loin : c'est pourquoi Saturne paroît alors rond & sans anneau. Cet anneau ne disparoît, faute de lumiere, que pendant environ un mois ; savoir, 15 jours avant & 15 jours après le passage de Saturne par le point du ciel, qui est à 5 signes 20 degrés, ou à 11 signes 20 degrés de longitude.

1774. L'anneau de Saturne disparoît encore lorsque le plan de cet anneau, étant dirigé vers la terre, se trouve placé de façon que son prolongement passeroit par notre œil. Nous ne voyons alors que son épaisseur, qui est trop petite, ou qui réfléchit trop peu de lumiere, pour que nous puissions l'appercevoir. M. *de la Lande*, dans son

*Astronomie*, *Tome II*, *page* 1258, pense que cette cause ne doit faire disparoître l'anneau que sept à huit jours avant que la terre soit dans le plan de l'anneau.

1775. M. *Maraldi* a fait voir, dans un excellent Mémoire à ce sujet, qu'il y a une troisieme cause qui peut faire disparoître pour nous l'anneau de Saturne. C'est lorsqu'il est placé de façon que son plan prolongé passeroit entre le soleil & la terre; car alors sa surface éclairée n'est point tournée vers nous, & nous voyons Saturne sans anneau. (Voyez *Mémoires de l'Acad. des Scienc. année* 1715, *page* 15.)

1776. Le diametre extérieur de l'anneau de Saturne est au diametre du globe de Saturne, à peu près comme 7 est à 3; ce qui vaut environ 67512 lieues.

1777. La largeur de cet anneau est égale à celle de l'espace contenu entre sa circonférence intérieure & le globe de Saturne, ou tant soit peu plus petite, suivant *Huyghens* : de sorte qu'elle égale environ $\frac{1}{3}$ du diametre de Saturne. Et la partie de l'anneau qui est la plus proche du globe de Saturne, est plus lumineuse que les parties éloignées.

1778. Le plan de l'anneau est incliné d'environ 30 degrés à l'orbite de Saturne; & de 31 degrés 20 minutes à l'écliptique, suivant M. *Maraldi*.

C'eſt cette grande inclinaiſon qui cauſe toutes les différentes apparences dont nous venons de parler.

1779. Le lieu du nœud de l'anneau de Saturne eſt le même que le lieu du nœud des quatre premiers ſatellites, qui a été déterminé par M. *Caſſini*, à 5 ſignes 22 degrés; c'eſt-à-dire, à 22 degrés du ſigne de la Vierge.

## *Des Planetes primitives.*

1780. Les planetes primitives ſont celles qui tournent autour du ſoleil (1763). On les diviſe en *ſupérieures* & en *inférieures* : cette diviſion eſt relative à leur diſtance au ſoleil, comparée à la diſtance de la terre au même aſtre.

1781. Les planetes ſupérieures ſont, Mars, Jupiter, Saturne, & Herſchell, qui ſont plus éloignées du ſoleil que ne l'eſt la terre, & qui, en conſéquence, embraſſent cette derniere dans leur révolution : c'eſt pourquoi nous les voyons, tantôt du côté du ſoleil, tantôt du côté oppoſé.

1782. Les planetes inférieures ſont, Mercure & Vénus, qui ſont plus proches du ſoleil que ne l'eſt la terre, & qui, par conſéquent, n'embraſſent jamais cette derniere dans leur révolution. C'eſt pourquoi nous les voyons toujours du côté du ſoleil, & jamais du côté oppoſé; parce que nous ne nous trouvons jamais entre elles & le ſoleil.

1783. Nous avons dit ci-dessus (1751) que le diametre apparent du soleil, vu à sa moyenne distance de la terre, est de 31′ 57$\frac{1}{2}$″ : les diametres apparens des planetes, vus de la terre, sont relatifs à leur grandeur réelle & à la distance de laquelle nous les voyons ; mais pour comparer ces diametres entre eux, ainsi qu'au diametre du soleil, on les suppose tous vus à une distance égale à la moyenne distance de la terre au soleil (1750), comme l'exprime la Table suivante.

1784. *Table des diametres apparens du Soleil & des Planetes primitives, vus à une distance égale à la moyenne distance de la terre au Soleil ; & de la comparaison de ces diametres à celui du Soleil.*

| CARACTERES ET NOMS DES PLANETES. | DIAMETRES APPARENS. | | | DIAMETRES DES PLANETES comparés à celui DU SOLEIL. |
|---|---|---|---|---|
| | *Min.* | *Sec.* | *Tier.* | |
| ☼ Le Soleil.... | 31 | 57 | 30 | .......... 1 $\frac{0}{0}$ |
| ☿ Mercure .... | .... | 7 | .... | .......... $\frac{1}{274}$ |
| ♀ Vénus ...... | .... | 16 | 31 $\frac{1}{5}$ | .......... $\frac{1}{116}$ |
| ♁ La Terre.... | .... | 17 | .... | .......... $\frac{1}{117}$ |
| ♂ Mars....... | .... | 11 | 24 | .......... $\frac{1}{168}$ |
| ♃ Jupiter...... | 3 | 13 | 42 | .......... $\frac{1}{10}$ |
| ♄ Saturne ..... | 2 | 51 | 42 | .......... $\frac{1}{11}$ |
| Son Anneau .. | 6 | 40 | 36 | .......... $\frac{1}{5}$ |
| ♅ Herschell.... | 1 | 16 | 30 | .......... $\frac{1}{25}$ |

1785. Une fois que l'on connoît les diametres apparens des planetes, vus tous à la même distance, il est aisé de déterminer la grandeur de chaque planete, en diametres terrestres. Et comme l'on connoît de plus le diametre réel de la terre en lieues, cela nous apprend aussi de combien de lieues est composé le diametre réel de chaque planete. C'est ce qu'on peut voir dans la Table suivante, qui donne ces grandeurs, à peu de chose près, & dans laquelle le diametre terrestre est pris pour l'unité.

1786. *Table des grandeurs des diametres du Soleil & des Planetes primitives en diametres terrestres, & en lieues de 2283 toises chacune.*

| NOMS des PLANETES. | GRANDEURS | |
|---|---|---|
| | EN DIAMETRES TERRESTRES. | EN LIEUES. |
| Le Soleil...... | 112 $\frac{27}{34}$ | ....... 323155 |
| Mercure....... | 0 $\frac{7}{17}$ | ....... 1180 |
| Vénus ........ | 0 $\frac{33}{34}$ | ....... 2784 |
| La Terre...... | 1 | ....... 2865 |
| Mars .......... | 0 $\frac{2}{3}$ | ....... 1921 |
| Jupiter........ | 11 $\frac{2}{5}$ | ....... 32644 |
| Saturne ....... | 10 $\frac{1}{10}$ | ....... 28936 $\frac{1}{2}$ |
| Son Anneau.... | 23 $\frac{1}{2}$ | ....... 67512 |
| Herschell...... | 4 $\frac{1}{2}$ | ....... 12892 |

1787. Les grosseurs des planetes comparées entre elles, sont comme les cubes de leurs diametres (1752). Nous venons de voir (1786) les grandeurs de leurs diametres comparés à celui de la terre : en en faisant les cubes, nous aurons leurs grosseurs réelles comparées à celle de la terre, que nous regarderons comme l'unité.

1788. *Table des grosseurs du Soleil & des Planetes primitives, comparées à celle de la Terre.*

| NOMS des PLANETES. | GROSSEURS | |
|---|---|---|
| | A PEU PRÈS. | EN DÉCIMALES. |
| Le Soleil...... | 1435023 | 1435022,666239 |
| Mercure....... | $0 \frac{3}{43}$ | 0,078372 |
| Vénus......... | $0 \frac{10}{11}$ | 0,917559 |
| La Terre...... | 1 | 1,000000 |
| Mars ......... | $0 \frac{2}{10}$ | 0,201445 |
| Jupiter........ | $1479 \frac{3}{13}$ | 1479,231780 |
| Saturne ....... | $1030 \frac{4}{23}$ | 1030,173430 |
| Herschell...... | $91 \frac{1}{4}$ | 91,250000 |

1789. Les densités des planetes ont été calculées, de même que celle du soleil (1753), par la valeur de leur action les unes sur les autres. Elles ont été trouvées telles qu'elles sont énoncées dans

la Table ſuivante ; & où on les compare à la denſité de la terre, priſe pour l'unité.

1790. *Table des denſités du Soleil & des Planetes primitives, comparées à celle de la Terre.*

| NOMS des PLANETES. | DENSITÉS. | |
| --- | --- | --- |
| | A PEU PRÈS. | EN DÉCIMALES. |
| Le Soleil....... | $0\ \frac{1}{4}$ | ...... 0,254630 |
| Mercure....... | $2\ \frac{2}{53}$ | ...... 2,037700 |
| Vénus ........ | $1\ \frac{11}{40}$ | ...... 1,275000 |
| La Terre....... | 1 | ...... 1,000000 |
| Mars ......... | $0\ \frac{3}{4}$ | ...... 0,729170 |
| Jupiter........ | $0\ \frac{2}{9}$ | ...... 0,229840 |
| Saturne........ | $0\ \frac{2}{19}$ | ...... 0,104500 |
| Herſchell..... | $0\ \frac{2}{9}$ | ...... 0,220401 |

1791. Puiſqu'on connoît les groſſeurs des planetes (1788), ainſi que leurs denſités (1790), relativement à la terre ; il a été aiſé, en multipliant ces deux quantités l'une par l'autre, de connoître auſſi leurs maſſes, relativement à celle de la terre, que l'on prend pour l'unité.

1792. *Table des masses du Soleil & des Planetes primitives comparées à celle de la Terre.*

| NOMS des PLANETES. | MASSES. | |
|---|---|---|
| | A PEU PRÈS. | EN DÉCIMALES. |
| Le Soleil........ | 365400 | 365399,821504 |
| Mercure....... | 0 $\frac{15}{94}$ | 0,159699 |
| Vénus......... | 1 $\frac{1}{6}$ | 1,169888 |
| La Terre........ | 1 | 1,000000 |
| Mars.......... | 0 $\frac{2}{9}$ | 0,219805 |
| Jupiter........ | 340 | 339,986632 |
| Saturne........ | 108 | 107,653123 |
| Herſchell...... | 17 $\frac{3}{4}$ | 17,740612 |

1793. Le mouvement propre de chacune des planetes primitives ſe fait d'occident en orient, *Fig.* 180. ſur une orbite elliptique AEPGA (*fig.* 180.), à l'un des foyers de laquelle ſe trouve le ſoleil (1760). Toutes ces orbites terminent des plans qui paſſent par le centre du ſoleil; mais il ne s'en trouve pas deux dans le même plan: celle de la terre eſt dans le plan même de l'écliptique; toutes les autres y ſont différemment inclinées; mais il n'y en a aucune qui s'écarte de 8 degrés de l'écliptique: de ſorte qu'elles ſont toutes contenues dans le Zodiaque. C'eſt cet écartement de l'écliptique qui s'appelle *latitude* des planetes, &, en général, *latitude* des aſtres.

1794. *Table de l'inclinaiſon des orbites des Planetes primitives au plan de l'écliptique.*

| NOMS des PLANETES. | INCLINAISON. Degrés. | Minut. | Second. |
|---|---|---|---|
| Mercure | 6 | 55 | 30 |
| Vénus | 3 | 23 | 10 |
| La Terre | 0 | 0 | 0 |
| Mars | 1 | 50 | 47 |
| Jupiter | 1 | 19 | 38 |
| Saturne | 2 | 30 | 40 |
| Herſchell | 0 | 46 | 12 |

1795. Ces orbites ſont plus ou moins grandes. En conſéquence, les diſtances des planetes primitives au ſoleil ſont très-différentes les unes des autres. Nous avons vu ci-deſſus (1761) comment on a trouvé ces diſtances. Et comme les planetes décrivent des orbites elliptiques à l'un des foyers deſquelles ſe trouve le ſoleil (1760), la diſtance de chacune à cet aſtre n'eſt pas conſtante (1749); le point A le plus éloigné du ſoleil s'appelle *Aphélie*; le point P le plus rapproché, ſe nomme *Périhélie*; & il y a deux points intermédiaires E, G, qui ſe nomment *moyennes diſtances*. On appelle *excentricité*, la moitié C S de la différence de la plus grande à la plus petite diſtance;

& cette moitié de différence, retranchée de la plus grande diſtance, ou ajoutée à la plus petite, forme la moyenne diſtance E S. En ſuppoſant que la moyenne diſtance de la terre au ſoleil contienne 1000000 parties, on trouvera, dans les Tables ſuivantes, les diſtances proportionnelles des autres planetes au ſoleil. Et connoiſſant l'excentricité de l'orbe de chacune des planetes, on connoît leurs diſtances au ſoleil dans l'aphélie A & dans le périhélie P.

1796. *Table des diſtances moyennes des Planetes primitives au Soleil, en parties dont la moyenne diſtance de la Terre au Soleil en contient 1000000, & de leurs excentricités.*

| NOMS des PLANETES. | DISTANCES MOYENNES. | EXCENTRICITÉS. |
|---|---|---|
| Mercure........ | 387100 | 79700 |
| Vénus.......... | 723330 | 5050 |
| La Terre...... | 1000000 | 16850 |
| Mars.......... | 1523690 | 141700 |
| Jupiter........ | 5200980 | 250780 |
| Saturne....... | 9540070 | 543810 |
| Herſchell...... | 19081800 | 47587 |

*Table des distances en aphélie & en périhélie des Planetes primitives au Soleil, en parties dont la moyenne distance de la terre au Soleil en contient* 1000000.

| NOMS des PLANETES. | DISTANCES en APHÉLIE. | DISTANCES en PÉRIHÉLIE. |
|---|---|---|
| Mercure........ | 466800 | 307400 |
| Vénus.......... | 728380 | 718280 |
| La Terre....... | 1016850 | 983150 |
| Mars.......... | 1665390 | 1381990 |
| Jupiter........ | 5451760 | 4950200 |
| Saturne........ | 10083880 | 8996260 |
| Herschell...... | 19129387 | 19034213 |

1797. Si nous donnons maintenant à ces 1000000 parties, que contient la moyenne distance de la terre au soleil, la valeur de 34761680 lieues, que nous avons dit ci-dessus (1750) être la moyenne distance réelle de la terre au soleil, il est clair que chacune de ces parties vaudra 34,761680 lieues : multipliant donc le nombre de ces parties, qui exprime les différentes distances des planetes au soleil, par 34 lieues plus 761680 millioniemes de lieues, nous aurons ces distances exprimées en lieues, comme on peut le voir dans les Tables suivantes.

1798. *Table des distances moyennes des Planetes primitives au Soleil, en lieues de 2283 toises chacune.*

| NOMS des PLANETES. | DISTANCES MOYENNES. |
|---|---|
| Mercure | 13456246 |
| Vénus | 25144166 |
| La Terre | 34761680 |
| Mars | 52966024 |
| Jupiter | 180794802 |
| Saturne | 331628860 |
| Herschell | 663315425 |

*Table des distances en aphélie & en périhélie des Planetes primitives au Soleil, en lieues de 2283 toises chacune.*

| NOMS des PLANETES. | DISTANCES en APHÉLIE. | DISTANCES en PÉRIHÉLIE. |
|---|---|---|
| Mercure | 16226752 | 10685740 |
| Vénus | 25319712 | 24968620 |
| La Terre | 35347414 | 34175946 |
| Mars | 57891754 | 48040294 |
| Jupiter | 189512336 | 172077268 |
| Saturne | 350532609 | 312725111 |
| Herschell | 664969629 | 661661221 |

1799. On voit que les excentricités des orbites des planetes (1796) ſont très-différentes les unes des autres ; d'où réſultent des orbites elliptiques plus ou moins approchantes du cercle. L'excentricité de l'orbe de Mercure eſt la plus grande de toutes ; & ſon orbe eſt très-ſenſiblement elliptique ; au contraire, celle de l'orbe d'Herſchell eſt de toutes la plus petite ; auſſi ſon orbite eſt-elle très-peu elliptique & fort approchante du cercle. En conſéquence, la différence qu'il y a de leur plus grande à leur plus petite diſtance au ſoleil, varie dans le même rapport ; comme on peut le voir par la Table ſuivante.

1800. *Table des différences des plus grandes aux plus petites diſtances des Planetes primitives au Soleil.*

| NOMS des PLANETES. | DIFFÉRENCES en Millioniemes. | en Lieues. | à peu près comme | | Différences. |
|---|---|---|---|---|---|
| Mercure. | 159400 | 5541012 | 3 à | 2 | $\frac{1}{3}$ |
| Vénus... | 10100 | 351092 | 72 | 71 | $\frac{1}{72}$ |
| La Terre. | 33700 | 1171468 | 30 | 29 | $\frac{1}{30}$ |
| Mars.... | 283400 | 9851460 | 6 | 5 | $\frac{1}{6}$ |
| Jupiter... | 501560 | 17435068 | 11 | 10 | $\frac{1}{11}$ |
| Saturne.. | 1,087620 | 37807498 | 9 | 8 | $\frac{1}{9}$ |
| Herſchell. | 95174 | 3308408 | 201 | 200 | $\frac{1}{201}$ |

1801. Le temps que chaque planete emploie à tourner autour de ſon aſtre central, s'appelle *révolution périodique*; & la courbe qu'elle décrit alors, s'appelle ſon *orbite*, laquelle eſt elliptique (1760). Le grand axe de l'orbite des planetes primitives, comparé au grand axe de l'orbite de la terre, eſt dans le même rapport que la moyenne diſtance de ces planetes au ſoleil, comparée à la moyenne diſtance de la terre au même aſtre (1796). Ainſi, en ſuppoſant le grand axe de l'orbe de la terre compoſé de 100 parties égales, le grand axe de l'orbe de Mercure contient environ 39 de ces parties; le grand axe de l'orbe de Vénus en contient environ 72; celui de l'orbe de Mars, environ 152; celui de l'orbe de Jupiter, environ 520; celui de l'orbe de Saturne, environ 954; & celui de l'orbe d'Herſchell, environ 1908. Les planetes achevent leurs révolutions dans des temps d'autant plus longs, qu'elles ſont plus éloignées du ſoleil, comme l'exprime la Table ſuivante.

1802. *Table de la durée des Révolutions des Planetes primitives autour du Soleil.*

| NOMS des PLANETES. | DURÉE DES RÉVOLUTIONS | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | En an, mois, jours, heures, &c. | | | | | | En secondes. |
| Mercure . | .... | 3 M. ou | 87 j. | 23 h. | 59′ | 14″ ou | 7603154 |
| Vénus ... | .... | 7 ½ | 224 | 16 | 39 | 4 | 19413544 |
| La Terre. | 1 A. | 0 | 365 | 5 | 48 | 45 ½ | 31556925 ½ |
| Respectivement à un point du Ciel. | | | 365 | 6 | 9 | 10 ½ | 31558150 ½ |
| Mars.... | 1 | 11 | 686 | 22 | 18 | 39 | 59350719 |
| Jupiter... | 11 | 10 | 4330 | 14 | 36 | 0 | 374164560 |
| Saturne .. | 29 | 5 | 10747 | 15 | 0 | 0 | 928594800 |
| Herschell. | 83 | 4 | 30445 | 18 | 0 | 0 | 2630512800 |

1803. Nous avons indiqué, dans cette Table, deux différentes durées de la révolution de la terre : la premiere est considérée respectivement à l'équinoxe, & s'appelle *année solaire* ou *année tropique*. C'est donc la durée pendant laquelle le soleil, en vertu de la rotation de la terre autour de lui (1757), nous paroît parcourir les 12 signes du Zodiaque ; ou bien c'est le temps qui s'écoule depuis le moment où le soleil est à l'équinoxe, jusqu'à celui où il y arrive de nouveau, après une révolution entiere. C'est cette année qui détermine le retour des saisons (1936) ; c'est aussi la durée

de cette année qu'il importe le plus de connoître dans la ſociété.

1804. La ſeconde durée, indiquée dans la Table, eſt conſidérée reſpectivement à un point fixe dans le ciel, & s'appelle *année ſidérale.* C'eſt la durée de l'année ſolaire par rapport aux étoiles fixes; c'eſt-à-dire, c'eſt le temps qui s'écoule depuis l'inſtant où le ſoleil eſt en conjonction avec une étoile, juſqu'à celui où il arrive de nouveau en conjonction avec la même étoile, après une révolution entiere. L'année ſidérale eſt donc plus longue que l'année ſolaire, relativement aux équinoxes; car les points équinoxiaux rétrogradent chaque année de 50 ſecondes & environ 20 tierces de degré; & les longitudes des étoiles augmentent de la même quantité (1942). Ainſi le ſoleil doit rencontrer une étoile plus tard qu'il ne rencontre l'équinoxe, en ſuppoſant que, l'année précédente, il ait rencontré l'étoile & l'équinoxe dans le même inſtant. Or le mouvement apparent du ſoleil étant de 59 minutes 8 ſecondes & environ 20 tierces de degré par jour (1757), il lui faut 20 minutes 25 ſecondes de temps pour parcourir les 50 ſecondes 20 tierces, dont la longitude des étoiles eſt augmentée : d'où il ſuit que la durée de l'année ſidérale eſt de $365^{j}\ 6^{h}\ 9'\ 10''\ 30'''$. C'eſt ce changement de longitude des étoiles qu'on appelle *préceſſion des équinoxes.*

1805. Les moyennes distances des planetes primitives au soleil (1798) nous font connoître, à peu de chose près, l'étendue de leurs révolutions. Cette étendue une fois connue, ainsi que le temps qu'elles emploient à la parcourir (1802), nous apprennent combien leurs mouvemens sont rapides. La plupart parcourent plusieurs lieues par seconde de temps; & elles vont d'autant plus vîte, qu'elles sont plus voisines du soleil : Mercure va donc le plus vîte de tous, & Herschell le moins vîte. Les Tables suivantes expriment l'étendue de leurs révolutions, en lieues & toises, ainsi que leur vîtesse moyenne par seconde de temps moyen.

1806. *Table de l'étendue des Révolutions des Planetes primitives.*

| NOMS des PLANETES. | ÉTENDUE des RÉVOLUTIONS. | |
|---|---|---|
| Mercure........... | 84582117 *lieues,* + | 1631 *toises.* |
| Vénus............ | 158049043....... | 978 |
| La Terre.......... | 218501984....... | 436 |
| Mars............. | 332929293....... | 1631 |
| Jupiter........... | 1130167039....... | 35 |
| Saturne.......... | 2083898519....... | 1797 |
| Herschell......... | 4169411242....... | 1957 |

*Table des eſpaces que les Planetes primitives parcourent par ſeconde de temps moyen.*

| NOMS des PLANETES. | ESPACES PARCOURUS par SECONDES. |
|---|---|
| Mercure......... | 25397 $\frac{1}{2}$ *toiſes*, ou plus de 11 *lieues*. |
| Vénus.......... | 18586 .... ou plus de 8 $\frac{1}{8}$. |
| La Terre........ | 15807 .... ou près de 7 |
| Mars........... | 12806 $\frac{1}{2}$.... ou plus de 5 $\frac{1}{2}$ |
| Jupiter.......... | 6895 $\frac{4}{5}$.... ou plus de 3 |
| Saturne......... | 5123 $\frac{1}{3}$.... ou près de 2 $\frac{1}{4}$ |
| Herſchell........ | 3618 $\frac{1}{2}$.... ou plus de 1 $\frac{1}{2}$ |

1807. Chaque planete parcourt, dans un an, un nombre de degrés d'autant plus grand, que ſa révolution périodique eſt plus prompte. Mais, ſuivant la troiſieme loi de *Kepler* (1762), les planetes vont tantôt plus vîte, tantôt plus lentement dans leurs orbites : ce n'eſt donc pas de leur mouvement réel, mais de leur mouvement moyen dont il eſt ici queſtion. Or le moyen mouvement, ſoit annuel, ſoit journalier, des planetes eſt dans le même rapport que celui de leurs révolutions; de ſorte que celles qui achevent leur révolution dans un temps plus court, ont un mouvement plus grand; c'eſt-à-dire, parcourent, dans un temps donné, un plus grand nombre de degrés, comme on peut le voir par la Table ſuivante,

1808. *Table des moyens mouvemens, annuel & journalier, des Planetes primitives.*

| NOMS des PLANETES. | MOYEN MOUVEMENT ANNUEL. | | | | | | JOURNALIER. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Sig.* | *D.* | *M.* | *Sec.* | *T.* | *Quar.* | *D.* | *M.* | *Sec.* | *T.* | *Q.* |
| Mercure.. | 49 | 23 | 13 | 11 | 39 | 0 | 4 | 5 | 32 | 34 | 47 |
| Vénus ... | 19 | 14 | 47 | 45 | 0 | 0 | 1 | 36 | 8 | | |
| La Terre.. | 12 | .. | .. | .. | .. | .. | .. | 59 | 8 | 20 | |
| Mars .... | 6 | 11 | 17 | 9 | 30 | 0 | .. | 31 | 26 | 38 | |
| Jupiter... | 1 | 0 | 20 | 31 | 50 | 0 | .. | 4 | 59 | 16 | |
| Saturne .. | .. | 12 | 13 | 33 | 0 | 0 | .. | 2 | 0 | 35 | |
| Herſchell. | .. | 4 | 18 | 57 | 8 | 38 | .. | .. | 42 | 34 | 3 |

1809. On entend par moyen mouvement annuel, celui qui a lieu autour du ſoleil dans l'eſpace d'une année commune, c'eſt-à-dire, dans l'eſpace de 365 jours de temps moyen. J'ai cependant mis, dans la Table précédente, le mouvement que fait la terre pendant la durée entiere d'une année ſolaire.

1810. Le lieu de l'aphélie des planetes primitives (1795), c'eſt-à-dire, le point de leur orbite dans lequel elles ſe trouvent dans leur plus grand éloignement du ſoleil, n'eſt pas conſtamment dans le même point du ciel, non plus que le lieu de ſon périhélie : il avance chaque année, à la vérité d'une très-petite quantité, d'occident en orient.

Nous avons mis, dans la Table suivante, ce lieu de l'aphélie déterminé par M. *Cassini* pour l'année 1750, ainsi que son moyen mouvement annuel, suivant le même Astronome.

1811. *Table du lieu de l'aphélie des Planetes primitives pour l'année* 1750, *& de son moyen mouvement annuel.*

| NOMS des PLANETES. | LIEU DE L'APHÉLIE. | | | | MOYEN MOUVEMENT ANNUEL. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sig. | D. | M. | Sec. | M. | Sec. | Tier. |
| Mercure..... | 8 | 13 | 41 | 18...... | 1 | 20 | |
| Vénus......... | 10 | 7 | 38 | ........ | 1 | 26 | |
| Mars.......... | 5 | 1 | 36 | 9...... | 1 | 11 | 47 $\frac{1}{3}$ |
| Jupiter......... | 6 | 10 | 14 | 33...... | 0 | 57 | 24 |
| Saturne........ | 8 | 29 | 13 | 31...... | 1 | 18 | |
| Herschell...... | 11 | 23 | 22 | 59 en 1782 | | | |

1812. Le lieu de l'aphélie de la terre est à 9 signes 8 degrés & environ 50 minutes (1755); mais son moyen mouvement annuel n'est pas bien déterminé. Suivant les observations de plusieurs Astronomes, ce mouvement est tantôt plus grand & tantôt plus petit que de 50 secondes : ces variétés ont fait croire à quelques Astronomes que ce mouvement n'est qu'apparent, & qu'il est causé, de même que celui des étoiles fixes (1732), par la précession des équinoxes.

1813. Puiſque l'aphélie & le périhélie d'une planete changent de lieu (1810), il s'enſuit que le plan de l'orbite elliptique ſe meut : le mouvement de la planete eſt donc composé de ſon mouvement elliptique & de celui du plan de ſon ellipſe ; d'où il ſuit que la courbe qu'elle décrit, n'eſt pas exactement elliptique.

1814. Nous avons dit ci-deſſus (1793), que toutes les orbites des planetes primitives, excepté celle de la terre, ſont inclinées au plan de l'écliptique, & toutes d'inclinaiſons différentes. Mais toutes ces orbites ont cela de commun, qu'elles coupent l'écliptique en deux points diamétralement oppoſés l'un à l'autre, & que l'on appelle *nœuds*. Soit NCEL (*fig.* 281.) l'écliptique : & NOER, *Fig.* 281. l'orbite de la planete qui coupe l'écliptique dans les deux points N & E diamétralement oppoſés, & dont le plan fait un angle avec celui de l'écliptique. Ces deux points N & E ſont ceux qu'on appelle *nœuds*. Suppoſons que la portion NOE de l'orbite ſoit placée dans la partie ſeptentrionale du ciel, & ſa portion ERN, dans la partie méridionale ; le nœud E, où ſe trouve la planete, quand elle paſſe de la partie méridionale à la partie ſeptentrionale du ciel, s'appelle *nœud aſcendant*, parce qu'alors la planete monte vers le pôle qui eſt pour nous le plus élevé ; ce nœud ſe marque par ce caractere ☊. Le nœud N, où paſſe la

planete, pour retourner de la partie ſeptentrionale à la partie méridionale du ciel, ſe nomme *nœud deſcendant*, & a pour marque ce caractere ☋.

1815. Le lieu E du nœud aſcendant de chaque planete n'eſt pas conſtamment dans le même point de l'écliptique, non plus que le lieu de ſon nœud deſcendant ; il avance tous les ans, à la vérité d'une très-petite quantité, ſuivant l'ordre des ſignes, c'eſt-à-dire, d'occident en orient. Nous avons mis, dans la Table ſuivante, le lieu du nœud aſcendant déterminé par M. *Caſſini*, pour l'année 1750, ainſi que ſon moyen mouvement annuel.

1816. *Table du lieu du nœud aſcendant des Planetes primitives pour l'année* 1750, *& de ſon moyen mouvement annuel.*

| NOMS des PLANETES. | LIEU DU NŒUD ASCENDANT. | | | | MOYEN MOUVEMENT ANNUEL. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *Sig.* | *D.* | *M.* | *Sec.* | *Sec.* | *T.* | *Quar.* |
| Mercure........ | 1 | 15 | 25 | 20........ | 51 | | |
| Vénus.......... | 2 | 14 | 27 | 45........ | 34 | | |
| Mars........... | 1 | 17 | 45 | 45........ | 34 | 32 | |
| Jupiter......... | 3 | 7 | 49 | 57........ | 24 | 37 | 28 |
| Saturne........ | 3 | 22 | 1 | 4........ | 45 | | |
| Herſchell....... | 2 | 13 | 1 | 0 en 1782 | | | |

1817. Outre leur révolution autour du ſoleil, & que l'on appelle *révolution périodique* (1801), les planetes primitives tournent encore ſur leur axe d'occident en orient avec une vîteſſe uniforme; & elles emploient des temps différens à ce mouvement de rotation, comme on le peut voir par la Table ſuivante, qui indique auſſi la rotation du ſoleil ſur ſon axe.

1818. *Table de la durée de la rotation du Soleil & des Planetes primitives ſur leur axe.*

| NOMS des PLANETES. | DURÉES DES ROTATIONS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | En heures, minutes, &c. | | | | | En ſecondes. |
| | *Jours.* | *Heur.* | *Min.* | *Sec.* | | |
| Le Soleil.. | 25 | 14 | 8 | .... | ou | 2210800 |
| Mercure.. | .... | .... | .... | .... | inconnue. | |
| Vénus.... | .... | 23 | 20 | 0 | ou | 84000 |
| La Terre.. | .... | 23 | 56 | 4 | ........ | 86164 |
| Mars..... | .... | 24 | 40 | 0 | ........ | 88800 |
| Jupiter... | .... | 9 | 56 | 0 | ........ | 35760 |
| Saturne... | .... | .... | .... | .... | inconnue. | |
| Herſchell. | .... | .... | .... | .... | inconnue. | . |

1819. Comme ce ſont les taches qu'on a obſervées (1744 & 1745) ſur la ſurface des planetes, qui, en changeant de ſituation, ont fait connoître le mouvement de rotation des planetes

ſur leur axe, & la durée de ce mouvement, il ne s'eſt rien trouvé qui ait donné lieu de déterminer ce mouvement ni dans Mercure, ni dans Saturne, ni dans Herſchell, parce que le premier eſt ſi près du ſoleil & ſi fortement illuminé, & les deux autres, au contraire, à cauſe de leur grand éloignement, ſont ſi peu éclairés, que leurs taches, s'ils en ont, échappent aux Obſervateurs, ou ne ſe montrent point aſſez pour les mettre en état de vérifier leur mouvement de rotation. On peut cependant conclure, par analogie, qu'ils en ont un, comme les autres planetes.

1820. En conſéquence de ce mouvement de rotation ſur leur axe, les planetes & leurs parties acquierent une force centrifuge (177) plus grande dans les unes que dans les autres; elle eſt plus grande pour les parties qui ſont ſous leur équateur, que pour celles qui ſont plus voiſines de leurs pôles; car les premieres décrivent un plus grand cercle que les autres, en pareil temps. La force centrifuge qu'acquiert chaque point de l'équateur des planetes, eſt auſſi d'autant plus grande, que leur diametre & leurs circonférences ſont plus conſidérables, & la durée de leur rotation plus courte; car alors chacun de ces points parcourt un plus grand eſpace dans un temps donné, comme on le peut voir par la Table ſuivante.

1821. *Table de l'étendue des circonférences de l'équateur du Soleil & des Planetes primitives, & des espaces que parcourent chaques points de ces équateurs par seconde de temps.*

| NOMS des PLANETES. | CIRCONFÉRENCE de L'ÉQUATEUR. | ESPACES parcourus PAR SECONDE. |
|---|---|---|
| Le Soleil...... | 2318673290 *toises.* | 1048 $\frac{1}{5}$ *toises.* |
| Mercure...... | 8466668 | inconnus. |
| Vénus........ | 19975583 | 237 $\frac{3}{4}$ |
| La Terre. (213) | 20623510 | 239 $\frac{1}{3}$ |
| Mars......... | 13783449 | 155 $\frac{1}{5}$ |
| Jupiter........ | 242900375 | 6792 $\frac{1}{2}$ |
| Saturne....... | 207623519 | inconnus. |
| Herschell...... | 92505529 | inconnus. |

1822. On voit que chaque point de l'équateur de Jupiter a un mouvement très-rapide ; ce qui a dû lui donner la figure d'un sphéroïde, applati vers les pôles & surhaussé vers l'équateur, comme la même cause l'a donnée à la terre (213). En effet, l'applatissement de Jupiter est très-sensible ; & les observations les plus récentes donnent le rapport de 13 à 14 entre le diametre de Jupiter d'un pôle à l'autre, & le diametre de son équateur.

1823. Les planetes ne se meuvent pas toutes

avec une égale vîteſſe ; les unes mettent plus de temps que les autres à parcourir leur orbite (1802) : de ſorte que ſi on les ſuppoſoit toutes placées ſur une même ligne, de façon que, vues du ſoleil, elles fuſſent toutes apperçues vis-à-vis un même degré du Zodiaque, fort peu de temps après, on les verroit toutes répondre à différens points : auſſi changent-elles continuellement de poſitions reſpectivement les unes aux autres. Ce ſont ces différentes poſitions que l'on appelle *aſpects*, auxquels on donne encore différens noms. On en diſtingue cinq principaux ; ſavoir, la conjonction, l'oppoſition, l'oppoſition trine, l'oppoſition quadrate, & l'oppoſition ſextile.

1824. Pour nous former une idée nette de ces différens aſpects, ſuppoſons que AB & CD (*fig.* 282.) ſont deux cercles paralleles, l'eſpace qui eſt entre eux deux, formant une bande qui repréſente la largeur du Zodiaque, & au milieu de laquelle eſt l'écliptique EL. On ſuppoſe ſur cette bande les 12 ſignes du Zodiaque ; & les cercles ſont diviſés en différentes parties ſuivant les différens aſpects.

*Fig.* 282.

1825. On dit donc que deux planetes ſont en *conjonction*, lorſqu'elles répondent toutes deux à un même degré du Zodiaque. Cet aſpect ſe déſigne ainſi ☌.

1826. L'*oppoſition* eſt l'éloignement d'une

planete à l'autre de la moitié du Zodiaque, ou de 6 ſignes, qui valent 180 degrés. Ainſi, ſi deux planetes ſont vues, du point S, l'une en *a* & l'autre en *e*, elles ſont en oppoſition. Cet aſpect s'indique par cette marque ☍.

1827. L'*oppoſition trine* eſt la diſtance de deux planetes de la troiſieme partie du Zodiaque, ou de 4 ſignes, valant 120 degrés. Si deux planetes ſont vues, du point S, l'une en *a* & l'autre en *d*, ou l'une en *d* & l'autre en *f*, &c. elles ſont en oppoſition trine. Cet aſpect ſe déſigne par le triangle △.

1828. L'*oppoſition quadrate* eſt la diſtance de deux planetes de la quatrieme partie du Zodiaque, ou de 3 ſignes, qui valent 90 degrés. Si deux planetes ſont vues, du point S, l'une en *a* & l'autre en *c*, ou l'une en *c* & l'autre en *e*, &c. elles ſont en oppoſition quadrate. Cet aſpect s'indique par cette figure □.

1829. L'*oppoſition ſextile* eſt la diſtance de deux planetes de la ſixieme partie du Zodiaque, ou de 2 ſignes, qui valent enſemble 60 degrés. Si donc deux planetes ſont vues, du point S, l'une en *b* & l'autre en *d*, ou l'une en *d* & l'autre en *e*, &c. elles ſont en oppoſition ſextile. Cet aſpect ſe marque par un aſtériſme *.

1830. En général on énonce les différens aſpects (excepté la conjonction) par le mot oppoſition,

ou plutôt par la marque ☍, en ajoutant le nombre des ſignes ou des degrés, &c. en longitude du Zodiaque, qui ſont interceptés entre les deux lieux du ciel auxquels répondent les deux aſtres. On dit, par exemple, Jupiter & Saturne ſont en ☍ de 2 ſignes 10 degrés, ou de 70 degrés 15′ 25″ 30‴, &c.

1831. Il eſt maintenant aiſé de comprendre que les planetes, par leur mouvement continuel, doivent changer leurs aſpects réciproques; de ſorte que deux planetes, qui ſeroient en oppoſition ſextile (1829), ſe trouveront dans la ſuite en oppoſition quadrate (1828) ou trine (1827). Par exemple, ſi Mars ſe trouvoit en *b* au premier degré des gemeaux ♊, lorſque la terre eſt en *d* au premier degré du lion ♌, ces deux planetes ſeroient en oppoſition ſextile : & environ 4 mois après, Mars, qui va à peu près une fois moins vîte que la terre, ſe trouveroit en *d* au premier degré du lion, tandis que la terre, qui va à peu près une fois plus vîte que Mars, ſeroit en *f* au premier degré du ſagittaire ♐; ce qui mettroit les deux planetes en oppoſition trine.

1832. Si l'on étoit placé au centre du mouvement des planetes, par exemple, au ſoleil, on les verroit toujours comme des diſques lumineux bien arrondis; parce que leur hémiſphere éclairé ſeroit toujours tourné vers nous. Mais étant placés

ſur la terre, il n'y a quelquefois qu'une portion de cet hémiſphere éclairé qui ſoit tournée de notre côté, & qui eſt la ſeule que nous puiſſions appercevoir : c'eſt ainſi que la lune ſe préſente à nous ; & c'eſt ce qu'on appelle ſes *phaſes* (1995). On remarque très-bien de ſemblables phaſes, en obſervant Vénus avec un téleſcope, parce que, n'embraſſant pas la terre dans ſa révolution, elle ſe trouve quelquefois entre le ſoleil & la terre ; & alors tout ſon hémiſphere éclairé eſt caché pour nous. On remarqueroit la même choſe à Mercure, s'il étoit plus gros, & pas ſi voiſin du ſoleil (1690). Quant aux planetes ſupérieures (1781), qui embraſſent la terre dans leur révolution, & qui ſont beaucoup plus éloignées du ſoleil que ne l'eſt la terre (1798), il y a toujours une grande portion de leur hémiſphere éclairé tournée vers nous ; & une portion tellement grande, que nous les voyons toujours arrondies, ſi l'on en excepte Mars, dont le diſque paroît quelquefois tant ſoit peu ovale.

1833. On peut repréſenter ces différentes phaſes, en expoſant, à la lumiere d'un flambeau, un corps ſphérique qui puiſſe la réfléchir. Si le flambeau ſe trouve placé entre le corps ſphérique & votre œil, tout ſon hémiſphere éclairé ſera de votre côté : ſi enſuite vous le faites tourner autour du flambeau, en ſorte que le flambeau,

l'œil & le corps ſphérique ſoient dans le même plan, la portion éclairée tournée vers vous ira toujours en diminuant, juſqu'à ce que, le corps ſphérique ſe trouvant entre le flambeau & l'œil, il n'y aura plus de votre côté que la partie obſcure. Dans ce cas, le corps ſphérique repréſentera les planetes inférieures (1782). Pour lui faire repréſenter les planetes ſupérieures, il faut le faire tourner de maniere qu'il embraſſe l'œil dans ſa révolution : alors vous le verrez toujours d'autant plus rond, qu'il décrira une courbe d'un plus grand diametre.

1834. Les planetes primitives tournant toutes autour du ſoleil (1780), & cela dans des temps très-différens les uns des autres (1802), il s'enſuit qu'elles ſe trouvent, en différens temps, à des diſtances très-différentes les unes des autres : ce ſont ces diſtances des planetes à la terre qu'il nous importe de connoître, & dont il eſt aiſé de juger, leur diſtance au ſoleil, ainſi que celle de la terre au même aſtre, étant connue (1798). Les planetes ſupérieures (1781) ſont plus près de la terre dans leur oppoſition avec le ſoleil, qu'elles ne le ſont dans leur conjonction : & les planetes inférieures (1782) ſont plus près de la terre dans leur conjonction inférieure, qu'elles ne le ſont dans leur conjonction ſupérieure. La différence qu'il y a de leur plus grande à leur plus petite diſtance,

distance, est même quelquefois très-considérable. Par exemple, Mars & Vénus peuvent se trouver, dans certains temps, environ sept fois aussi près de la terre que dans d'autres. Car si, lorsque Mars est dans son périhélie, & la terre dans son aphélie (1795), la premiere de ces planetes se trouve en *a* (*fig.* 276.) en opposition avec le soleil, elle est plus de sept fois aussi près de la terre qu'elle le seroit, si, étant dans son aphélie, ainsi que la terre, elle se trouvoit en *b* en conjonction. De même si, lorsque Vénus est dans son aphélie & la terre dans son périhélie, la premiere se trouve en *c* dans sa conjonction inférieure, elle est près de sept fois aussi près de la terre, qu'elle le seroit, si, la terre étant dans son aphélie, ainsi que Vénus, cette derniere se trouvoit en *d* dans sa conjonction supérieure. C'est pour cette raison que le diametre apparent des planetes varie si considérablement de grandeur: de sorte que nous les voyons quelquefois très-grandes & très-lumineuses, tandis qu'en d'autres temps elles nous paroissent fort petites & beaucoup moins brillantes; comme cela s'observe surtout à Vénus. Les moyennes distances des planetes supérieures à la terre, sont les mêmes que celles de ces planetes au soleil: & les moyennes distances des planetes inférieures à la terre sont la même que celle de la terre au soleil (1798). La

*Fig.* 276.

Table ſuivante indique toutes ces différentes diſtances des planetes à la terre, en lieues de 2283 toiſes chacune.

1835. *Table des différentes diſtances des ſix Planetes primitives à la Terre, en lieues.*

| NOMS des PLANETES. | MOYENNES diſtances. | PLUS GRANDES diſtances OU APOGÉES. | PLUS PETITES diſtances OU PÉRIGÉES. |
|---|---|---|---|
| Mercure.. | 34761680 | 51574166 | 17949194 |
| Vénus ... | 34761680 | 60667126 | 8856234 |
| Mars .... | 52966024 | 93239168 | 12692880 |
| Jupiter... | 180794802 | 224859750 | 136729854 |
| Saturne .. | 331628860 | 385880023 | 277377697 |
| Herſchell. | 663315425 | 700317043 | 626313807 |

1836. Il eſt aiſé de voir que chacune des plus grandes diſtances, ou diſtances apogées, des planetes à la terre, eſt égale à la ſomme des diſtances aphélies de la terre & de la planete dont il s'agit. On peut voir auſſi que chacune des plus petites diſtances, ou diſtances périgées, des planetes inférieures à la terre, eſt égale à la différence de la diſtance périhélie de la terre à la diſtance aphélie de la planete : & qu'au contraire chacune des plus petites diſtances, ou diſtances périgées, des planetes ſupérieures à la terre, eſt

égale à la différence de la diſtance aphélie de la terre à la diſtance périhélie de la planete.

1837. La différence de chacune des diſtances apogées des planetes inférieures à leurs diſtances périgées, eſt égale à 2 fois la diſtance aphélie de la planete, plus la différence de la diſtance aphélie à la diſtance périhélie de la terre (1800). Et la différence de chacune des diſtances apogées des planetes ſupérieures à leurs diſtances périgées, eſt égale à 2 fois la diſtance aphélie de la terre, plus la différence de la diſtance aphélie à la diſtance périhélie de la planete; comme on peut le voir par la Table ſuivante.

1838. *Table des différences des diſtances apogées aux diſtances périgées des ſix Planetes primitives, en lieues.*

| NOMS des PLANETES. | DIFFÉRENCES en LIEUES. | RAPPORT de L'APOGÉE au PÉRIGÉE. | | DIFFÉRENCES. |
|---|---|---|---|---|
| Mercure ... | 33624972 | 3 à | 1 | $\frac{2}{3}$ |
| Vénus..... | 51810892 | 7 | 1 | $\frac{6}{7}$ |
| Mars...... | 80546288 | 22 | 3 | $\frac{19}{22}$ |
| Jupiter..... | 88129896 | 11 | 7 | $\frac{4}{11}$ |
| Saturne.... | 108502326 | 25 | 18 | $\frac{7}{25}$ |
| Herſchell... | 74003236 | 19 | 17 | $\frac{2}{19}$ |

1839. Si l'on étoit placé au soleil pour observer la marche d'une planete, on ne la verroit point marcher d'un pas égal ; 1°. parce que sa vîtesse se ralentit à mesure qu'elle s'éloigne de son astre central, & qu'au contraire elle s'accélere, lorsqu'elle s'en approche (1762). Elle va donc moins vîte vers
*Fig.* 283. la partie *c* (*fig.* 283.) de son orbite, que vers la partie *a*, point où elle est le plus près du soleil S. 2°. Parce qu'elle a plus de chemin à faire pour parcourir la portion *fch* de son orbite, laquelle ne répond qu'à la moitié FCH du ciel, que pour parcourir l'autre portion *haf*, qui répond à l'autre moitié HAF du ciel.

1840. Mais le mouvement de la planete vue de la terre, paroît beaucoup plus irrégulier ; car la planete paroît tantôt accélérée, tantôt retardée, tantôt directe, tantôt rétrograde, & tantôt stationnaire. Ces irrégularités ne sont cependant qu'apparentes : elles résultent, 1°. de ce que la terre se meut elle-même : 2°. de ce qu'elle n'est pas au centre de la révolution de la planete.

1841. Une planete est dite *accélérée*, lorsque son mouvement, respectivement à la terre, paroît plus grand qu'il n'est réellement : cette accélération a lieu, pour les planetes inférieures, Mercure & Vénus, quelque temps après leur conjonction (1825) inférieure : & elle a lieu, pour les planetes supérieures, Mars, Jupiter, Saturne

& Herſchell, après leur conjonction avec le ſoleil. Soit DETG (*fig.* 284.) l'orbite de la terre : ABMC, l'orbite de Mars ; & le ſoleil en S. Lorſque la terre eſt en T ; & Mars en A dans ſa conjonction, ou en M dans ſon oppoſition (1826) avec le ſoleil : ſoit qu'il ſoit vu du ſoleil S ou de la terre T, il eſt rapporté au point N du ciel dans le premier cas, & au point O dans le ſecond ; ce qui fait voir que, dans les conjonctions & dans les oppoſitions, le lieu vrai & le lieu apparent ſont le même. Mais dans tous les autres cas, le lieu apparent diffère du lieu vrai, comme on le va voir. Suppoſons donc S le ſoleil ; la terre en T ; & Mars en A : Mars eſt alors rapporté au point N du ciel, qui eſt le lieu vrai. Mais, comme la terre va plus vîte dans ſon orbite, que Mars dans la ſienne (1802), elle ſera arrivée au point G, lorſque Mars ne ſera qu'au point X : Mars, vu de la terre G, ſera donc rapporté au point I, plus avancé dans le Zodiaque que le point K, qui eſt celui où il ſeroit rapporté, s'il étoit vu du ſoleil S : ſon mouvement paroît donc accéléré. Cette accélération va en augmentant juſqu'à l'oppoſition de 3 ſignes, c'eſt-à-dire, lorſque la terre eſt en D, & Mars en B : Mars eſt alors rapporté au point Y au lieu du point Q, où il ſeroit vu du ſoleil.

*Fig.* 284.

1842. Une planete eſt dite *retardée*, lorſque ſon mouvement, reſpectivement à la terre, paroît moindre qu'il n'eſt réellement. Elle paroît donc alors avoir ralenti ſa marche. Ce retardement a lieu, pour les planetes inférieures, après leur conjonction ſupérieure; & il a lieu, pour les planetes ſupérieures, après leur oppoſition au ſoleil. Soit le ſoleil en S; la terre en T; & Mars en M, dans ſon oppoſition au ſoleil : ſoit qu'il ſoit vu alors du ſoleil S ou de la terre T, il eſt rapporté au point O du ciel (1841) : mais comme la terre va plus vîte dans ſon orbite que Mars dans la ſienne (1802), elle ſera arrivée au point G, lorſque Mars ne ſera encore qu'au point V : Mars, vu de la terre G, ſera donc rapporté au point F, moins avancé dans le Zodiaque que le point H, qui eſt celui où il ſeroit rapporté, s'il étoit vu du ſoleil S. Son mouvement paroît donc retardé. Ce retardement va en augmentant juſqu'à l'oppoſition de 3 ſignes; c'eſt-à-dire, lorſque la terre eſt arrivée en D, & Mars en C : Mars eſt alors rapporté au point Z, au lieu du point R, où il ſeroit vu du ſoleil.

1843. Suppoſons maintenant que DETG ſoit l'orbite de Vénus; & ABMC, l'orbite de la terre : que la terre ſoit en M, & Vénus en D, dans ſa conjonction ſupérieure : alors Vénus ſeroit rapportée au point N du ciel, ſoit qu'elle fût

vue du ſoleil S, ſoit de la terre M : mais comme Vénus va plus vîte dans ſon orbite, que la terre dans la ſienne (1802), elle ira de D en *e* pendant que la terre ira de M en *b* : Vénus ſera donc, vue de la terre *b*, rapportée au point *f* moins avancé dans le Zodiaque que le point *g*, où elle ſeroit rapportée, ſi elle étoit vue du ſoleil ; ce qui fait que ſon mouvement paroît retardé.

1844. On appelle *rétrograde*, une planete qui, vue de la terre, a un mouvement apparent d'orient en occident ou contre l'ordre des ſignes. En obſervant le mouvement propre des planetes ſur leur orbite, on a remarqué, dès le temps d'*Hipparque*, qu'après avoir paru ſe mouvoir d'occident en orient ſuivant l'ordre des ſignes, elles paroiſſent s'arrêter quelque temps, & enſuite rétrograder, ſemblant alors ſe mouvoir d'orient en occident contre l'ordre des ſignes. C'eſt ce mouvement, contraire à leur mouvement propre, que l'on appelle *rétrogradation*.

1845. Les rétrogradations des planetes ſupérieures ont lieu lorſqu'elles ſont en oppoſition avec le ſoleil : & celles des planetes inférieures ont lieu vers leur conjonction inférieure, c'eſt-à-dire, un peu avant & un peu après. Suppoſons encore DETG l'orbite de la terre ; & ABMC l'orbite d'une planete ſupérieure, par exemple, Mars. Si la terre étant en T, Mars ſe trouve en A,

& continuant de se mouvoir de A vers X, tandis que la terre va de T vers G, Mars paroît aller, comme il va réellement, d'occident en orient suivant l'ordre des signes : il a alors un mouvement direct. Mais si, lorsque la terre est en T, Mars se trouve en M en opposition avec le soleil, vu du soleil S ou de la terre T, il est rapporté au point O. Les deux planetes continuant d'avancer dans leurs orbites, & la terre allant plus vîte que Mars, la terre se trouve en *t*, lorsque Mars n'est encore qu'en *a* : alors Mars, vu du soleil S, est rapporté au point P, plus avancé dans le Zodiaque que le point O; mais, vu de la terre *t*, il est apperçu dans la direction *t a c*, & rapporté au point *c*, moins avancé que le point O : il paroît donc avoir rétrogradé, & s'être mu d'orient en occident contre l'ordre des signes.

1846. Supposons maintenant, pour les planetes inférieures, que ABMC est l'orbite de la terre; & DETG, l'orbite de Vénus. Lorsque la terre est en M, & que Vénus se trouve en D dans sa conjonction supérieure, elle paroît aller, comme elle va réellement, d'occident en orient, c'est-à-dire, de D vers E, &, en prenant les points du ciel qui y répondent respectivement à la terre, de N vers K : & elle a alors un mouvement direct. Mais si, la terre étant en M, Vénus se trouve en L vers sa conjonction

inférieure, vue de la terre M, elle paroît aller d'orient en occident, c'est-à-dire, de K vers N, parce qu'elle va de L vers T & G plus vîte que la terre ne va de M vers C : de sorte qu'elle sera arrivée vers G lorsque la terre ne sera encore qu'en V : & alors, vue de la terre V, elle sera rapportée au point N du ciel, où elle paroissoit quelque temps auparavant. Ainsi Vénus est rétrograde, en apparence, dans sa conjonction inférieure ; car, quoiqu'elle aille alors du même sens que lorsqu'elle étoit en D, elle va, par rapport à la terre, en sens contraire : elle avançoit de N vers K dans le premier cas ; & dans le second, elle semble retourner de K vers N, contre l'ordre des signes. On peut dire de Mercure ce que nous venons de dire de Vénus.

1847. Ces rétrogradations ont lieu pour toutes les planetes, supérieures & inférieures, à chaque révolution synodique (1855), c'est-à-dire, dans l'intervalle qu'il y a entre une conjonction de la planete au soleil & la semblable conjonction suivante. Ce n'est donc pas à la durée de la révolution périodique (1802) & au mouvement propre de la planete, que ces inégalités sont dues : c'est plutôt à la différence des mouvemens de la planete & de la terre ; c'est à ses retours au soleil.

1848. Toutes les planetes ne rétrogradent pas de la même quantité, ni pendant la même durée

de temps. On obſerve qu'en général les planetes les plus éloignées demeurent plus long-temps rétrogrades, quoique dans leurs rétrogradations elles parcourent des arcs d'un moindre nombre de degrés, comme on le peut voir par la Table ſuivante.

1849. *Table de la durée de la rétrogradation des Planetes primitives, & de la quantité dont chacune rétrograde.*

| NOMS des PLANETES. | DURÉE de la RÉTROGRADATION. | QUANTITÉ de la RÉTROGRADATION. |
|---|---|---|
| Mercure..... | environ 22 *jours.* | environ 11 *degrés.* |
| Vénus....... | ...... 42 | ...... 16 |
| Mars....... | ...... 75 | ...... 12 |
| Jupiter...... | ...... 119 | ...... 10 |
| Saturne..... | ...... 136 | ...... 7 |
| Herſchell.... | ...... 151 | ...... $3\frac{2}{3}$ |

1850. On appelle *ſtationnaire* une planete qui, vue de la terre, paroît pendant quelque temps ne point changer de place, & répondre toujours au même point du ciel. Entre le mouvement direct & le mouvement rétrograde des planetes, il y a un inſtant de repos, un temps pendant lequel la planete ne paroît point ſe mouvoir,

c'eſt-à-dire, où elle ne paroît ni avancer ni reculer dans le Zodiaque, enfin un temps où elle paroît ſtationnaire. Elle ceſſe alors d'être directe; elle eſt prête à être rétrograde; mais elle n'eſt ni l'un ni l'autre : elle eſt dans le point de réunion où ſe touchent les arcs de direction & de rétrogradation : & c'eſt ce qu'on appelle *ſtation*. Tant que la planete demeure dans ſa ſtation, nous l'appercevons dans le même degré du Zodiaque, c'eſt-à-dire que la ligne tirée de notre œil par le centre de la planete, ſe dirige toujours vers le même degré du Zodiaque; & par conſéquent la planete garde, pendant tout ce temps-là, la même longitude géocentrique, quoiqu'elle change réellement de longitude héliocentrique.

1851. A chaque révolution ſynodique des planetes (1855), il y a deux ſtations; l'une immédiatement avant que la planete ſoit rétrograde, & l'autre dans le moment qu'elle ceſſe de l'être. Cela arrive quand les lignes, ſuivant leſquelles on voit, de deſſus la terre, une planete placée en deux différens endroits de ſon orbite, ſont paralleles entre elles; car alors les deux lieux où l'on voit la planete dans le ciel, ſont ſenſiblement le même, à cauſe de la petiteſſe du rayon de l'orbe terreſtre (1798) en comparaiſon de la diſtance des étoiles (1700), qui eſt immenſe. C'eſt donc, par exemple, pour Vénus, dans le

temps qu'elle va du point *i* au point L de ſon orbite, & à peu près autant après ſa rétrogradation (1846). Il eſt aiſé de concevoir que les lignes, ſuivant leſquelles on voit, de la terre M, la planete de Vénus depuis *i* juſqu'en L, ſont ſenſiblement paralleles.

1852. Les ſtations des différentes planetes ne ſont pas d'une longue durée : de plus, les temps de chacune de ces différentes ſtations ne ſont pas toujours égaux ; parce que les orbites des planetes ne ſont pas des cercles qui aient le ſoleil pour centre, mais des ellipſes dont le ſoleil occupe un des foyers (1760), & dans leſquelles les planetes ne ſe meuvent pas uniformément (1762). On trouvera, dans la Table ſuivante, la durée, ou à peu-près, des ſtations des planetes.

1853. *Table de la durée des ſtations des Planetes primitives.*

| NOMS des PLANETES. | DURÉE des STATIONS. |
| --- | --- |
| Mercure ........................ | environ $\frac{1}{2}$ *jours.* |
| Vénus ........................ | ...... $1\frac{1}{2}$ |
| Mars ........................ | ...... 2 |
| Jupiter ........................ | ...... 4 |
| Saturne ........................ | ...... 8 |
| Herſchel ........................ | inconnue. |

1854. Pour expliquer ces inégalités, dans le ſyſtème de *Ptolémée*, il falloit faire mouvoir chaque planete dans un épicycle, par un mouvement qui dépendoit de la longueur de l'année, & qui étoit différent pour chaque planete. On a imaginé pour cela des explications très-ingénieuſes, mais qui, quoique très-compliquées, ne ſuffiſoient pas toujours. Toute cette complication de mouvemens a heureuſement diſparu dans le ſyſtême de *Copernic* (1707), qui en a débarraſſé l'Aſtronomie, en ſuppoſant le ſoleil au centre de notre ſyſtême planétaire, & attribuant à la terre un mouvement de rotation ſur ſon axe, & un mouvement annuel autour du ſoleil.

1855. Les révolutions des planetes peuvent être conſidérées relativement à leur aſtre central, ou relativement à la terre. Dans le premier cas, elles s'appellent *révolutions périodiques* (1801) : c'eſt le temps que les planetes emploient à tourner autour de leur aſtre central, reſpectivement à un point fixe dans le ciel, ou reſpectivement aux points équinoxiaux (1802). Dans le ſecond cas, elles s'appellent *révolutions ſynodiques* : c'eſt le temps que les planetes, vues de la terre, emploient à retourner au ſoleil ; c'eſt-à-dire, le temps qui s'écoule entre une conjonction moyenne & la ſemblable ſuivante. Ce temps eſt bien diffé-

rent de celui des révolutions périodiques (1802), comme on peut le voir par la Table ſuivante.

1856. *Table de la durée des révolutions ſynodiques des Planetes primitives, comparée à celle de leurs révolutions périodiques.*

| NOMS des PLANETES. | DURÉE DES RÉVOLUTIONS SYNODIQUES. | DURÉE DES RÉVOLUTIONS PÉRIODIQUES. |
|---|---|---|
| Mercure . | environ 116 jours. | environ 88 jours. |
| Vénus . . . | 1 An. . . . . . . 219 | . . . . . . . . . . . 224 |
| Mars. . . . | 2 . . . . . . . . . 59 | 1 An. . . . . . . 321 |
| Jupiter. . . | 1 . . . . . . . . . 34 | 11 . . . . . . . . . 313 |
| Saturne . . | 1 . . . . . . . . . 13 | 29 . . . . . . . . . 154 |
| Herſchell. | 1 . . . . . . . . . 5 | 83 . . . . . . . . . 130 |

## *Des Planetes ſecondaires.*

1857. Les planetes ſecondaires ſont celles qui font leur révolution autour d'une autre planete, laquelle fait elle-même ſa révolution autour du ſoleil. On en compte 12 (1764); ſavoir, la lune, les 4 ſatellites de Jupiter, les 5 ſatellites de Saturne, & les 2 ſatellites d'Herſchell.

1858. Le diametre apparent de la lune, ſuppoſée vue à une diſtance égale à la moyenne diſtance de la terre au ſoleil (1750), eſt de 4 ſecondes $54\frac{9}{10}$ tierces : d'où il ſuit qu'il n'eſt

que la 390^e. partie du diametre du ſoleil (1784).

1859. En comparant le diametre de la lune à celui de la terre, que l'on prend pour l'unité (1788), on trouve que le diametre de la lune eſt à peu près les $\frac{2}{7}$ de celui de la terre; & qu'il eſt de 828 lieues.

1860. Les groſſeurs des planetes, comparées entre elles, étant comme les cubes de leurs diametres, ſi l'on fait le cube du diametre de la lune, & qu'on le compare à celui du diametre de la terre, on trouvera que la groſſeur de la lune n'eſt qu'environ $\frac{1}{41}$ de celle de la terre, ou plus exactement en décimales 0,024139.

1861. La denſité de la lune a été calculée, comme celles du ſoleil (1753) & des planetes primitives (1789), par la valeur de ſon action ſur les autres corps; & comparée à celle de la terre priſe pour l'unité, elle a été trouvée 0,687060, ou à peu près comme 7 à 10.

1862. D'après ces données, ſa groſſeur (1860) & ſa denſité (1861), on connoît ſa maſſe en multipliant l'une par l'autre; & l'on trouve qu'elle n'eſt qu'environ $\frac{1}{60}$ de la maſſe de la terre, ou plus exactement en décimales 0,016585.

1863. La lune étant très-près de la terre, en comparaiſon des autres planetes, & ayant un diametre apparent de plus d'un demi-degré, a été connue de tout temps. Il n'en eſt pas de même

des ſatellites : ils ne ſont connus que depuis l'invention des lunettes (1575), ſans leſquelles on ne peut les voir, parce qu'ils ſont trop éloignés de nous. Ce grand éloignement eſt cauſe qu'on ne connoît que très-imparfaitement leurs diametres & leurs groſſeurs.

1864. Les 4 ſatellites de Jupiter ont été découverts par *Galilée*, peu après l'invention des lunettes, c'eſt-à-dire, en l'année 1610. Le quatrieme ſatellite de Saturne a été découvert par *Huyghens*, en l'année 1655 : les quatre autres l'ont été par *Caſſini* ; ſavoir, le troiſieme en 1671 ; le cinquieme, en 1672 ; & les deux premiers en 1684. Les deux ſatellites d'Herſchell ont été découverts derniérement par M. *Herſchell* qui avoit auſſi découvert la planete.

1865. On déſigne les ſatellites relativement à leur diſtance à leur planete principale : on appelle donc *premier ſatellite*, celui qui eſt le plus proche de cette planete ; *ſecond ſatellite*, celui qui eſt le plus proche après le premier, &c.

1866. Le mouvement propre de la lune, ainſi que celui de chaque ſatellite, ſe fait, de même que celui des planetes primitives (1793), d'occident en orient ſuivant l'ordre des ſignes, ſur une orbite elliptique, à l'un des foyers de laquelle ſe trouve la planete principale du ſatellite (1760) ; & outre cela, la lune & chaque ſatellite ſont emportés

emportés d'un mouvement commun avec leur planete principale, dans la révolution qu'elle fait autour du soleil.

1867. Mais comme les satellites de Jupiter, de Saturne & d'Herschell, n'embrassent point la terre dans leur révolution, qu'ils en sont même très-éloignés, lorsqu'ils sont dans la partie supérieure de leur orbite, qui est la plus éloignée de nous, ils nous paroissent aller, comme ils vont réellement (1866), d'occident en orient; mais lorsqu'ils sont dans la partie inférieure de leur orbe, ils nous paroissent aller de l'orient vers l'occident, & nous semblent rétrograder.

1868. L'inclinaison de l'orbite de la lune au plan de l'écliptique n'est pas toujours précisément de la même quantité : elle n'est jamais moindre de 5 degrés 1 minute; & elle peut aller jusqu'à 5 degrés 17 minutes : on y observe donc une variation de 16 minutes. Cette variation dépend de la différente distance du soleil aux nœuds (1814) de la lune. Lorsque cette distance est de 90 degrés, l'inclinaison de l'orbite est de 5 degrés 1 minute; mais lorsque cette distance est nulle, c'est-à-dire, lorsque le soleil est dans les nœuds de la lune (1886), l'inclinaison de l'orbite au plan de l'écliptique est de 5 degrés 17 minutes.

1869. Les orbites des 4 satellites de Jupiter

ſont inclinées à celle de Jupiter de 2 degrés 55 minutes : on a cependant jugé l'inclinaiſon des orbites du ſecond & du troiſieme ſatellites un peu plus grande.

1870. Les orbites des quatre premiers ſatellites de Saturne ſont inclinées à l'écliptique de 31 degrés 20 minutes : & l'orbite du cinquieme ſatellite n'eſt inclinée à l'écliptique que d'environ 15 degrés & demi.

1871. Les diſtances des planetes ſecondaires à leur planete principale ſont différentes les unes des autres. De plus, la diſtance de chacune de ces planetes à ſon aſtre central varie, puiſque, de même que les planetes primitives, elles décrivent des ellipſes, dont leur planete principale occupe un des foyers (1760). La lune eſt donc tantôt dans ſon apogée, tantôt dans ſon périgée, tantôt dans ſes moyennes diſtances (1749). La moyenne diſtance de la lune à la terre eſt d'environ 59 demi-diametres de la terre, ce qui vaut 84515 lieues; & ſon excentricité (1795) étant, ſuivant *Clairaut*, de 5505 parties, dont la moitié du grand axe de ſon orbe en contient 100000, ſa diſtance dans l'apogée eſt de $89167\frac{1}{2}$ lieues; & dans le périgée, de $79862\frac{1}{2}$ lieues, dont la différence eſt 9305. De ſorte que ſa plus grande diſtance eſt à ſa plus petite à peu près comme 19 eſt à 17, dont la différence eſt $\frac{2}{19}$. On trouvera dans la Table ſui-

vante les distances moyennes des planetes secondaires à leur astre central.

1872. *Table des moyennes distances des Planetes secondaires à leur Planete principale.*

| NOMS des PLANETES. | DISTANCES MOYENNES | | |
|---|---|---|---|
| | En demi-diametre DE LA TERRE. | | EN LIEUES. |
| La Lune.............. | ...... 59 | ........... | 84515 |
| | En demi-diametre DE JUPITER. | | |
| 1er. Satellite de Jupiter.. | ...... 5,67 | ........... | 92540 |
| 2e ................. | ...... 9 | ........... | 146898 |
| 3e................. | ...... 14,38 | ........... | 234710 |
| 4e................. | ...... 25,30 | ........... | 412946 |
| | En demi-diametre DE SATURNE. | DE L'ANNEAU. | |
| 1er. Satellite de Saturne. | ...... 4,70 | .... 1,93 | 65149 |
| 2e................. | ...... 5,12 | .... 2,47 | 83377 |
| 3e................. | ...... 7,16 | .... 3,45 | 116458 |
| 4e................. | ...... 18,00 | .... 8,00 | 270048 |
| 5e................. | ...... 52,50 | .... 23,23 | 884152 |
| | En demi-diametre D'HERSCHELL. | | |
| 1er. Satellite d'Herschell. | ...... 16,50 | ........... | 106165 $\frac{1}{2}$ |
| 2e................. | ...... 19,61 | ........... | 126401 $\frac{1}{3}$ |

1873. Les planetes secondaires, de même que les primitives (1801), achevent leurs révolutions dans des temps d'autant plus longs, qu'elles sont plus éloignées de leur planete principale, comme

on le peut voir par la Table ſuivante. Les révolutions qui y ſont énoncées, ſont celles qu'on appelle *révolutions périodiques* ; ce ſont celles que font ces planetes autour de leur aſtre central, relativement à un point fixe dans le ciel.

1874. Mais il y en a d'autres qu'on appelle *révolutions ſynodiques*, qui ſont celle que fait la lune, par exemple, depuis ſa conjonction avec le ſoleil juſqu'à ſa conjonction ſuivante ; & celles que font les ſatellites, par exemple, depuis leur conjonction inférieure avec leur planete principale juſqu'à leur conjonction inférieure ſuivante. Les durées de ces dernieres ſont plus longues que celles des premieres ; car, dans l'intervalle du retour des planetes ſecondaires à leurs conjonctions avec leur planete principale, elles décrivent leur orbite en entier, plus un arc égal à celui qu'a décrit leur planete principale en pareil temps : il faut donc, pour avoir la durée de leurs révolutions ſynodiques, ajouter, à la durée de leur révolution périodique, le temps que la planete ſecondaire emploie à décrire un arc égal à celui du moyen mouvement de ſa planete principale pendant la durée de ſa révolution. Dans les deux Tables ſuivantes, on trouvera les durées de ces deux ſortes de révolutions.

1875. *Table de la durée des révolutions périodiques des Planetes ſecondaires autour de leur Planete principale.*

| NOMS des PLANETES. | DURÉE DES RÉVOLUTIONS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | En jours, heures, &c. | | | | | En ſecondes. |
| La Lune, par rapport aux étoiles............. | 27j. | 7h. | 43′ | 11″ | 36‴ ou | 2360591,6″ |
| — Par rapport à l'équinoxe............. | 27 | 7 | 43 | 5 | ...... | 2360585 |
| 1er. Satellite de Jupiter. | 1 | 18 | 27 | 33 | ...... | 152853 |
| 2e................. | 3 | 13 | 13 | 42 | ...... | 306822 |
| 3e................. | 7 | 3 | 42 | 33 | ...... | 618153 |
| 4e................. | 16 | 16 | 32 | 8 | ...... | 1441928 |
| 1er. Satellite de Saturne. | 1 | 21 | 18 | 27 | ...... | 163107 |
| 2e................. | 2 | 17 | 44 | 22 | ...... | 236662 |
| 3e................. | 4 | 12 | 25 | 12 | ...... | 390312 |
| 4e................. | 15 | 22 | 34 | 38 | ...... | 1377278 |
| 5e................. | 79 | 7 | 47 | 0 | ...... | 6853620 |

1876. *Table de la durée des révolutions ſynodiques des Planetes ſecondaires autour de leur Planete principale.*

| NOMS des PLANETES. | DURÉE DES RÉVOLUTIONS En jours, heures, &c. | | | | | En ſecondes. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| La Lune.............. | 29$^{j.}$ | 12$^{h.}$ | 44′ | 3″ | 20‴ | 2551443 $\frac{1}{3}$. |
| 1$^{er}$. Satellite de Jupiter. | 1 | 18 | 28 | 36 | ..... | 152916 |
| 2$^{e}$.................. | 3 | 13 | 17 | 54 | ..... | 307074 |
| 3$^{e}$.................. | 7 | 3 | 59 | 36 | ..... | 619176 |
| 4$^{e}$.................. | 16 | 18 | 5 | 7 | ..... | 1447507 |
| 1$^{er}$. Satellite d'Herſchell. | 8 | 17 | 1 | 19 | ..... | 752479 |
| 2$^{e}$.................. | 13 | 11 | 5 | 1 | 30 | 1163101 $\frac{1}{2}$ |

1877. La connoiſſance de la durée des révolutions ſynodiques de la lune & des ſatellites de Jupiter eſt néceſſaire pour le calcul de leurs éclipſes. Il n'en eſt pas de même de la durée des révolutions ſynodiques des ſatellites de Saturne, parce qu'ils ſont ſi éloignés de la terre, & nous renvoient ſi peu de lumiere, qu'on ne peut pas obſerver leurs éclipſes : c'eſt pourquoi nous n'avons point énoncé ces durées dans la Table précédente.

1878. Les moyennes diſtances des planetes ſecondaires à leur planete principale (1872) nous font connoître, à peu de choſe près, l'étendue de leurs révolutions. Cette étendue une fois con-

nue, ainſi que le temps qu'elles emploient à la parcourir (1875), nous apprennent quelle eſt la rapidité de leurs mouvemens. La plupart parcourent pluſieurs lieues par ſeconde de temps; & elles vont d'autant plus vîte, qu'elles ſont plus proches de leur planete principale. Nous faiſons connoître, par la Table ſuivante, l'étendue de leurs révolutions, en lieues & toiſes, ainſi que leur vîteſſe moyenne par ſeconde de temps moyen.

1879. ***Table de l'étendue des révolutions des Planetes ſecondaires, & des eſpaces qu'elles parcourent par ſeconde de temps moyen.***

| NOMS des PLANETES. | ÉTENDUE des RÉVOLUTIONS. | ESPACES parcourus PAR SECONDE. |
|---|---|---|
| La Lune... | 531237 *lieues.* + 326 *toiſes.* | $513\frac{3}{4}$ *t.* ou près de $\frac{1}{4}$ *l.* |
| 1er. Satellite de Jupiter. | 581680.............. | 8688 ou plus de $3\frac{4}{5}$ |
| 2e........ | 923358..... 1957 | 6871 ou plus de 3 |
| 3e........ | 1475320.............. | 5449 ou plus de $2\frac{3}{8}$ |
| 4e........ | 2595660..... 1305 | 4110 ou ..... $1\frac{4}{5}$ |
| 1er. Satellite de Saturne. | 409508.............. | 5732 ou plus de $2\frac{1}{2}$ |
| 2e........ | 524084.............. | 5056 ou plus de $2\frac{1}{5}$ |
| 3e........ | 732021..... 1631 | 4282 ou ..... $1\frac{7}{8}$ |
| 4e........ | 1697444..... 1305 | 2814 ou près de $1\frac{1}{4}$ |
| 5e........ | 5557526..... 1957 | 1851 ou plus de $\frac{4}{5}$ |

1880. La durée de la révolution périodique de la lune (1875) nous fait connoître son moyen mouvement, pour un temps quelconque donné, c'est-à-dire, le nombre de signes, de degrés, de minutes, &c. que parcourt la lune dans un temps donné. Voici ces nombres indiqués dans la Table suivante, où le mouvement annuel est relatif à l'année sydérale (1804).

1881. *Table des moyens mouvemens de la Lune*

| MOYEN MOUVEMENT. | *Sign.* | *Deg.* | *Min.* | *Sec.* | *Tier.* | *Quart.* | *Quint.* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Annuel . . . . . . . . | 160 | 12 | 43 | 34 | 15 | 55 | 43 ½ |
| Journalier. . . . . . | . . . . | 13 | 10 | 34 | 40 | | |
| Horaire . . . . . . . | . . . . | . . . . | 32 | 56 | 27 | 00 | |
| Pour une minute. | . . . | . . . . | . . . . | 32 | 56 | 27 | 00 |
| Pour une seconde. | . . . . | . . . . | . . . | . . . . | 32 | 56 | 27 |

1882. Il est aisé de connoître le moyen mouvement, soit annuel, soit journalier, des satellites, par la durée de leurs révolutions périodiques, comme nous venons de dire (1880) qu'on connoît celui de la lune. Ce moyen mouvement est indiqué par la Table suivante.

1883. *Table des moyens mouvemens, annuel & journalier, des Satellites de Jupiter & de Saturne.*

| NOMS des PLANETES. | MOYEN MOUVEMENT. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ANNUEL. | | | | JOURNALIER. | | | |
| | *Sig.* | *D.* | *M.* | *Sec.* | *Sig.* | *D.* | *M.* | *Sec.* |
| 1er. Satellite de Jupiter. | 3 | 23 | 26 | 40 | 6 | 23 | 29 | 20 |
| 2e. ................ | 9 | 11 | 46 | 25 | 3 | 11 | 22 | 29 |
| 3e. ................ | 10 | 5 | 3 | 15 | 1 | 20 | 19 | 3 |
| 4e. ................ | 10 | 13 | 27 | 20 | | 21 | 34 | 16 |
| 1er. Satellite de Saturne. | 4 | 4 | 35 | 15 | 6 | 10 | 41 | 51 |
| 2e. ................ | 4 | 10 | 10 | 25 | 4 | 11 | 32 | 5 |
| 3e. ................ | 9 | 16 | 57 | 5 | 2 | 19 | 41 | 25 |
| 4e. ................ | 10 | 20 | 35 | 5 | | 22 | 34 | 37 |
| 5e. ................ | 7 | 6 | 29 | 30 | | 4 | 32 | 18 |

1884. Dans la précédente Table du moyen mouvement annuel des ſatellites, on a fait abſtraction des révolutions entieres, & l'on n'a mis que l'excédant de ces révolutions.

1885. Le lieu de l'apogée de la lune a un mouvement beaucoup plus conſidérable que celui du lieu de l'aphélie des planetes primitives (1810); car il fait le tour du ciel, ou acheve ſa révolution dans l'intervalle de 3231 jours 8 heures, ou 8 années communes 311 jours 8 heures, ſuivant

M. *Caſſini*. Ce qui donne ſon moyen mouvement annuel de 1 ſigne 10 degrés 39 minutes 52 ſecondes ; & ſon moyen mouvement journalier de 6 minutes 41 ſecondes, à fort peu de choſe près.

1886. Le lieu des nœuds de la lune a un mouvement très-prompt, de même que le lieu de ſon apogée (1885) ; car il fait le tour du ciel, ou acheve ſa révolution dans l'intervalle de 6798 jours 7 heures, ou 18 années communes 228 jours 7 heures : ce qui donne ſon moyen mouvement annuel de 19 degrés 19 minutes 45 ſecondes ; & ſon moyen mouvement journalier de 3 minutes 10 ſecondes & environ 39 tierces. Mais ce mouvement des nœuds de la lune ſe fait contre l'ordre des ſignes & en rétrogradant, c'eſt-à-dire, d'orient en occident.

1887. Le lieu du nœud aſcendant (1814) de chaque ſatellite de Jupiter & de Saturne a été déterminé, pour l'année 1750, par M. *Caſſini*, comme on peut le voir dans la Table ſuivante.

1888. *Table du lieu du Nœud ascendant des Satellites de Jupiter & de Saturne, pour l'année* 1750.

| NOMS des PLANETES. | LIEU DU NŒUD ASCENDANT Sig. | D. | M. |
|---|---|---|---|
| 1er. Satellite de Jupiter | 10 | 14 | 30 |
| 2e. | 10 | 11 | 48 |
| 3e. | 10 | 16 | 3 |
| 4e. | 10 | 16 | 6 |
| 1er. Satellite de Saturne | 5 | 22 | |
| 2e. | 5 | 22 | |
| 3e. | 5 | 22 | |
| 4e. | 5 | 22 | |
| 5e. | 5 | 5 | |

1889. Quant au moyen mouvement annuel de ces nœuds, il n'a pas paru sensible depuis le commencement de ce siecle. Il faut cependant en excepter celui des nœuds du quatrieme satellite de Jupiter, qui a paru être de 5 minutes 33 secondes par année.

1890. Les satellites de Jupiter tournent fort vîte autour de cette planete (1875) : leur orbite est peu inclinée à celle de Jupiter (1869) ; & leur volume est très-petit en comparaison de celui de Jupiter. Il arrive de là qu'à chacune de leurs révolutions, ces satellites sont nécessairement plongés

dans l'ombre de Jupiter, & par conféquent éclipfés : d'où il fuit que leurs éclipfes font très-fréquentes. Et comme ces éclipfes, vu la grande diftance à laquelle eft Jupiter (1798), peuvent être apperçues au même inftant de différens endroits de la terre, elles font un moyen sûr & très en ufage de conclure avec exactitude la différence des méridiens de ces différens lieux, & par conféquent le rapport de leur longitude.

1891. Il n'y a point de problême plus important que celui de la longitude, fur-tout pour la navigation. Ce problême fe réduit à favoir quelle heure il eft à l'endroit où l'on fe trouve, & en même temps quelle heure il eft à un autre lieu, dont la longitude eft connue, par exemple, à Paris. Il eft aifé de trouver l'heure qu'il eft à l'endroit où l'on eft, en obfervant la hauteur du foleil ou d'une étoile ; & les obfervations des éclipfes des fatellites de Jupiter, apprennent l'heure qu'il eft à Paris dans le moment qu'on les obferve : la différence qui fe trouve entre ces deux heures, donne le rapport des longitudes de ces deux lieux. Voilà pourquoi une horloge qui ne varieroit point, & qui feroit mife à l'heure du lieu du départ, indiqueroit à chaque inftant la différence qu'il y auroit entre l'heure de ce lieu de départ, & l'heure du lieu où l'on fe trouveroit ; & donneroit par conféquent la longitude.

1892. Il eſt probable que les planetes ſecondaires ont, de même que les planetes primitives (1817), un mouvement de rotation ſur leur axe & qui ſe fait avec une vîteſſe uniforme. La lune en a un, mais qui eſt très-lent, en comparaiſon de ceux des planetes primitives (1818) : il ne s'acheve qu'en 27 jours 7 heures 43 minutes 11 ſecondes 36 tierces; & comme elle met préciſément ce temps-là à faire ſa révolution autour de la terre, relativement à un point fixe dans le ciel, il arrive de cet accord qu'elle nous préſente toujours la même partie de ſa ſurface. D'où il ſuit que la moitié de ſes habitans, ſi elle en a, ne voient jamais la terre, à moins qu'ils ne voyagent.

1893. Nous avons dit ci-deſſus (1859) que le diametre de la lune eſt de 828 lieues : ſa circonférence eſt donc de 2602 lieues plus 652 toiſes, ou de 5941018 toiſes. Vu la lenteur de ſon mouvement de rotation ſur ſon axe, chaque point de ſon équateur ne parcourt donc qu'environ 15 pieds par ſeconde de temps, ce qui ne peut produire qu'une petite force centrifuge. Il eſt cependant vrai de dire que la lune ne tourne point ſur ſon axe relativement à ſon orbite; car ce ſont toujours les mêmes parties de la lune qui ſont en dedans de la courbe, & toujours les mêmes parties en dehors.

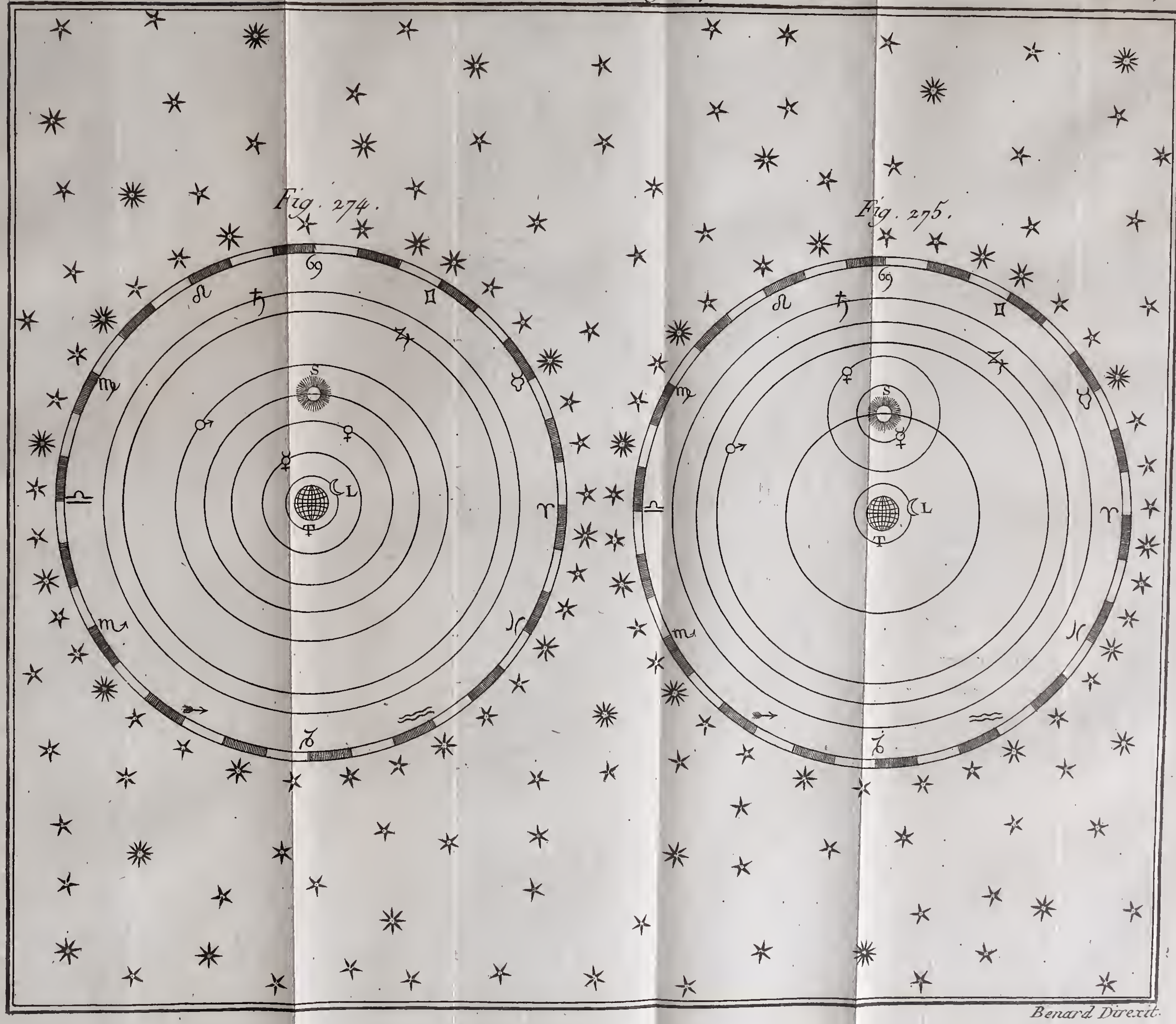
1894. A l'égard du mouvement de rotation

des satellites de Jupiter, de Saturne & d'Herschell, sur leur axe, on ne peut que le regarder comme très-vraisemblable; car on n'a pu jusqu'à présent s'en assurer, & encore moins en déterminer la durée.

## *Des Cometes.*

1895. Les cometes sont des corps célestes, à peu-près semblables aux planetes, qui, de même qu'elles (1758), ne sont point lumineux par eux-mêmes, & qui ne deviennent visibles que par la lumiere qu'ils reçoivent du soleil, & qu'ils réfléchissent vers nous.

1896. Toutes les cometes tournent autour du soleil, par un mouvement qui leur est propre, dans des ellipses fort alongées & fort excentriques, mais en suivant toujours les mêmes loix que les planetes; c'est-à-dire que les aires triangulaires, terminées par les différens arcs de leur orbite qu'elles parcourent en différens temps, & par deux lignes droites tirées des extrémités de ces arcs au centre du soleil, sont proportionnelles aux temps employés à parcourir ces arcs (1762). De sorte que, bien loin de prendre, comme faisoient les Anciens, les cometes pour des météores (970) formés de vapeurs & d'exhalaisons qui s'enflammoient dans la plus haute région de


Fig. 274.
S
L
T
Fig. 275.
S
L
T
Benard Direxit.

l'air ; nous devons les regarder comme de vraies planetes, dont les mouvemens ſont réglés au point que, quand on les a déjà obſervées deux fois, on peut prévoir leur retour, comme cela eſt arrivé pour celle qui a paru au commencement de l'année 1759, & que les Aſtronomes reconnoiſſent pour n'être qu'une ſeule & même planete avec celle qui avoit déjà paru en 1531, 1607 & 1682 : de ſorte que la durée de ſa révolution périodique eſt d'environ 76 ans ; d'où l'on doit conclure qu'elle reparoîtra vers l'année 1835.

1897. Le mouvement propre des cometes ſe fait, pour les unes, de l'occident vers l'orient, comme celui des autres planetes : pour d'autres, il ſe fait de l'orient vers l'occident & contre l'ordre des ſignes : pour certaines, il ſe fait le long de l'écliptique ou du Zodiaque : pour d'autres enfin, il ſe fait dans un ſens tout-à-fait différent, & preſque perpendiculaire à l'écliptique, c'eſt-à-dire, du nord au ſud ou du ſud au nord. De ſorte que les orbites des cometes ne ſe trouvent pas toujours renfermées dans l'étendue du Zodiaque, comme le ſont celles des autres planetes (1759) ; mais elles ſe portent ſouvent bien au delà, vers différentes parties du ciel.

1898. Ces orbites étant très-alongées, & ayant,

par conséquent, une fort grande excentricité, il arrive de là que les cometes, dans leur aphélie (1795), sont dans un très-grand éloignement du soleil. Aussi la lumiere qu'elles en reçoivent alors est très-foible ; & elles sont trop éloignées de la terre, pour que nous puissions les appercevoir : elles ne deviennent visibles pour nous, que lorsqu'elles approchent de leur périhélie (1795). C'est la raison pour laquelle la durée de leur apparition est très-courte, en comparaison de celle pendant laquelle elles disparoissent. Soit ABPC
Fig. 285. (*fig.* 285.) l'orbite très-alongée d'une comete, à l'un des foyers S de laquelle est placé le soleil : l'aphélie en A ; le périhélie en P. La comete n'est visible pour nous que lorsqu'elle s'approche vers B, & pendant le temps qu'elle parcourt l'arc BPC de son orbite. Or ce temps est considérablement plus court que celui qu'elle emploie à parcourir l'autre portion CAB de son orbite, pour deux raisons : premiérement, parce que l'arc BPC est un chemin beaucoup plus court que l'arc CAB; en second lieu, parce que les cometes, comme toutes les autres planetes, ralentissent d'autant plus leur marche, qu'elles s'éloignent davantage du soleil (1896); & qu'au contraire, elles l'accélerent à mesure qu'elles s'en approchent. Il leur faut beaucoup moins de temps pour parcourir la portion BPC de leur orbite, qui est la seule

visible

visible pour nous, que pour en parcourir l'autre portion CAB.

1899. La partie la plus lumineuse d'une comete est assez ordinairement enveloppée d'une espece d'athmosphere, qui jette une lumiere moins brillante. Pour distinguer ces deux parties l'une de l'autre, on appelle la premiere le *noyau*; & la seconde, la *chevelure*, en latin *coma*, d'où est venu le nom de *comete*, c'est-à-dire, *astre chevelu*.

1900. Il arrive souvent encore que la comete est accompagnée d'une traînée de lumiere, qui est quelquefois très-longue L, & toujours opposée au soleil. C'est ce qu'on appelle sa *queue*. Les sentimens sont variés sur l'origine & la cause des queües des cometes. *Newton* attribue l'ascension & la direction des queues des cometes vers le côté opposé au soleil, à la légéreté des parties les plus tenues que le soleil, par sa chaleur, éleve de leurs têtes & de leurs athmospheres, lorsqu'elles approchent de leur périhélie. Car, dit-il, comme dans notre air la fumée d'un corps brûlant ou échauffé se dirige toujours en en-haut, ou perpendiculairement, s'il est en repos, ou obliquement & à côté, s'il se meut; de même dans le ciel, où les corps gravitent vers le soleil, les fumées & les vapeurs doivent monter en ligne droite, s'ils sont en repos, ou en ligne courbe & oblique,

s'ils sont en mouvement. ( Voyez *Princ. Math. de la Philos. Nat. exposition abrégée du systême du monde. Pag.* 115). Effectivement les queues des cometes, qui s'élevent toujours du côté opposé au soleil, ont une sorte de courbure, dont la convexité est tournée du côté vers lequel la comete se meut. M. *de Mairan* attribue la formation des queues des cometes à la partie de l'athmosphere solaire, dont les cometes se sont chargées, & qu'elles ont entraînée avec elles, en approchant de leur périhélie. ( Voyez son *Traité Physique & Historique de l'Aurore boréale. Pag.* 354.)

*Des Mouvemens de la Terre, du Soleil, & de la Lune; & des Phénomenes qui en résultent.*

1901. Les mouvemens, soit réels, soit apparens, du soleil, de la terre & de la lune, sont ceux qui nous intéressent le plus; parce que la terre est notre habitation, & que le soleil & la lune sont les astres qui nous éclairent. De plus le cours apparent du soleil mesure les temps; il regle la durée des années, des jours, &c. il anime tout ce qui vit & qui végete (1742). Ces trois corps méritent donc de notre part une attention particuliere.

## De la Terre.

1902. La terre eſt à peu près ſphérique (213) : ſon arrondiſſement ne nous permet de voir qu'une très-petite étendue de ſa ſurface ; car, ſur un eſpace uni, comme, par exemple, une mer calme, l'œil, élevé de 6 pieds au deſſus du plan, ne peut appercevoir un objet placé ſur le plan même qu'à une diſtance de 2557 toiſes, & pas plus loin ; c'eſt-à-dire qu'il ne peut voir que dans l'étendue d'un cercle qui a 5114 toiſes de diametre. Mais la circonférence de ce cercle paroît toucher le ciel, auquel nous la rapportons : le plan de ce cercle, prolongé juſqu'au ciel étoilé, eſt ce qu'on appelle l'*horizon*. Si l'Obſervateur étoit placé au centre T (*fig.* 286.) de la terre, l'horizon HH partageroit la ſphere en deux parties égales : mais étant placé à la ſurface *a*, l'hémiſphere ſupérieur & viſible *h*Z*h* eſt plus petit que l'inférieur *h*N*h*, qui eſt inviſible. On peut pourtant obſerver que le rayon de la terre T*a* (1699) étant infiniment petit, comparé au rayon du ciel étoilé TH ou TZ (1700), la différence entre ces deux horizons n'eſt preſque pas ſenſible. Cependant, pour les diſtinguer l'un de l'autre, on appelle le premier, *horizon rationnel* ; & l'autre, *horizon ſenſible*. *Fig.* 286.

1903. La terre fait chaque jour un tour d'oc-

cident en orient ſur un axe (1817) incliné au plan de l'écliptique d'environ 23 ½ degrés. C'eſt cette révolution journaliere, que fait la terre ſur ſon axe d'occident en orient, qui occaſionne tous ces mouvemens journaliers apparens du ſoleil, des planetes & des étoiles fixes autour de la terre d'orient en occident.

1904. L'inclinaiſon de l'axe de la terre, d'environ 23 ½ degrés au plan de l'écliptique (1903), dans lequel plan eſt l'orbite de la terre ; cette inclinaiſon, dis-je, eſt conſtante : de ſorte que la terre, dans ſa révolution annuelle autour du ſoleil (1802), maintient ſon axe dans une ſituation qui eſt toujours parallele à elle-même ; & pendant toute la durée de cette révolution, l'axe de la terre paroît répondre toujours au même point du ciel, au moins à fort peu de choſe près. C'eſt au moyen de cette inclinaiſon de l'axe de la terre & de ſon parallélisme, qu'on explique d'une maniere très-ſimple les changemens des ſaiſons, comme nous le verrons ci-après (1936 & *ſuiv.*).

1905. Les mouvemens journaliers apparens des aſtres autour de la terre préſentent des phénomenes différens, ſuivant le lieu de la terre où l'on eſt placé. On peut être placé ſur la terre ou préciſément ſous l'équateur, ou entre l'équateur & l'un des pôles, ou enfin préciſément ſous l'un

des pôles. Dans le premier cas, on a la ſphere droite; dans le ſecond, on a la ſphere oblique; & dans le troiſieme, on a la ſphere parallele.

1906. La ſphere droite eſt celle où les pôles ſe trouvent dans l'horizon, & où l'équateur eſt perpendiculaire à l'horizon. Cette ſphere n'a lieu que pour ceux qui habitent préciſément ſous l'équateur, c'eſt-à-dire, ceux qui n'ont aucune latitude. Soit AMBPA (*fig.* 287.) le méridien; *Fig.* 287.
AB le diametre de l'équateur; MP le diametre de l'horizon, & l'axe ſur lequel la terre tourne chaque jour; EC le diametre de l'écliptique; ED le diametre du tropique du cancer; FC le diametre du tropique du capricorne; GI & KL les diametres des cercles polaires; P le pôle nord; M le pôle ſud, qui ſont auſſi les pôles de l'équateur & du monde; A le zénith; B le nadir. On voit que, dans cette poſition, les deux pôles P & M ſe trouvent dans l'horizon MP; & que l'équateur AB eſt perpendiculaire à l'horizon MP.

1907. Dans cette poſition de la ſphere, on voit tous les aſtres, ſavoir, les étoiles, le ſoleil, la lune & les autres planetes, monter ou deſcendre perpendiculairement à l'horizon MP; c'eſt pourquoi on l'appelle *ſphere droite*. Toutes les étoiles paroiſſent donc monter & deſcendre d'un mouvement commun, & décrire des demi-cercles au deſſus de l'horizon, & en faire autant au deſſous; ce

qui forme des cercles entiers. Tous ces cercles sont paralleles entre eux & à l'équateur AB : & ce sont eux qui ont fait imaginer les paralleles ou *cercles de latitude géographique*, que l'on place sur les globes terrestres & célestes.

1908. Dans la sphere droite, l'équateur AB & tous ses paralleles, comme ED, FC, GI, &c. sont coupés, par l'horizon MP, en deux parties égales ; d'où il suit que le soleil, qui ne sort jamais de l'écliptique EC (1757), & qui par conséquent se trouve toujours ou dans l'équateur ou dans l'un de ses paralleles, est, à chacune de ses révolutions diurnes, 12 heures au dessus de l'horizon, & 12 heures au dessous ; ce qui rend les jours égaux aux nuits pendant toute l'année. Il en est de même des étoiles, de la lune, & des autres planetes : à chaque révolution diurne, elles sont autant de temps au dessus de l'horizon qu'au dessous.

1909. Dans la sphere droite, toutes les étoiles qui se sont levées en même temps, arrivent ensemble à leur plus grande hauteur, & se trouvent rangées d'un pôle à l'autre dans un demi-cercle PAM qu'on nomme le *méridien* : tous les points de leur plus grand abaissement sous l'horizon, forment un autre demi-cercle MBP, qui fait, avec le premier, le cercle entier PAMBP. Le premier demi-cercle détermine midi ; & l'autre, minuit. Le méridien se multiplie autant de fois

qu'il y a de points à l'équateur. Ces cercles ſont auſſi tracés ſur les globes terreſtres; & on les nomme, *cercles de longitude géographique*. Ils ſe comptent d'occident en orient : on eſt convenu de placer le premier à l'iſle de Fer.

1910. Dans la ſphere droite, le ſoleil paſſe deux fois l'année par le zénith A, ſavoir, le 20 Mars & le 22 Septembre, jours auxquels il décrit l'équateur AB; &, comme il ne ſort jamais de l'écliptique EC (1757), il s'écarte, pendant tout le reſte de l'année, à droite ou à gauche de l'équateur AB, pour s'approcher tantôt du tropique du cancer ED, tantôt du tropique du capricorne FC. D'où il ſuit que, dans la ſphere droite, on a le ſoleil du côté du nord, & l'ombre du côté du midi pendant la moitié de l'année, ſavoir, depuis le 20 Mars juſqu'au 22 Septembre: on a le ſoleil du côté du midi, & l'ombre du côté du nord pendant les ſix autres mois de l'année; & dans les deux jours des équinoxes, l'ombre diſparoît totalement à l'heure de midi. La même choſe arrive à la lune & aux autres planetes : pendant chacune de leurs révolutions périodiques, elles paſſent deux fois par le zénith A; & pendant la moitié de la durée de chaque révolution, elles ſe trouvent au nord de l'équateur, & pendant l'autre moitié au ſud du même cercle. Cet écartement de part & d'autre de l'équateur ſe nomme

*déclinaiſon*, laquelle ſe meſure par l'arc du méridien compris entre l'équateur & le centre de l'aſtre.

1911. Dans la ſphere droite, toutes les étoiles du ciel paroiſſent ſucceſſivement ſur l'horizon dans l'intervalle de 23 heures 56 minutes 4 ſecondes, temps de la durée de la rotation de la terre ſur ſon axe (1818) : au lieu que, dans les autres poſitions de la ſphere, il y a toujours une partie des étoiles qui ne ſe leve jamais, & une autre partie qui ne ſe couche jamais.

1912. La ſphere oblique eſt celle dans laquelle l'un des pôles eſt élevé au deſſus de l'horizon, & l'autre abaiſſé au deſſous, mais de façon que l'équateur & tous ſes paralleles ſont obliques à l'horizon. Cette ſphere a lieu pour tous les pays de la terre qui ne ſont ſitués ni ſous l'équateur, ni ſous les pôles, c'eſt-à-dire, ceux qui ont une latitude, mais moindre que de 90 degrés. Soit
*Fig.* 288. ZHNOZ (*fig.* 288.) le méridien; AB l'équateur; HO l'horizon; MP l'axe du monde ou de l'équateur, ſur lequel la terre tourne; EC l'écliptique; ED le tropique du cancer; FC le tropique du capricorne; GI & KL les cercles polaires; P le pôle nord; M le pôle ſud; Z le zénith; N le nadir. Dans cette ſituation, l'un P des pôles eſt élevé au deſſus de l'horizon HO, & l'autre pôle M eſt abaiſſé au deſſous; & l'é-

quateur AB eſt, ainſi que tous ſes paralleles, oblique à l'horizon HO : obliquité qui peut augmenter depuis la ſphere droite (1906) juſqu'à celle où l'horizon & l'équateur ſont dans le même plan. A Paris, par exemple, qui eſt à 48 degrés 50 minutes de latitude ſeptentrionale, & où le pôle nord P eſt par conſéquent élevé de la même quantité, on a la ſphere oblique.

1913. Dans la ſphere oblique, tous les paralleles à l'équateur AB, tels que ED, *ed*, YO, FC, &c. ſont coupés par l'horizon HO en deux parties inégales; & il n'y a que l'équateur AB qui ſoit coupé par l'horizon HO en deux parties égales. D'où il ſuit que, dans cette poſition, le jour n'eſt égal à la nuit que lorſque le ſoleil ſe trouve dans l'équateur AB, ſavoir, le 20 Mars & le 22 Septembre, jours des équinoxes : dans tout le reſte de l'année, les jours ſont ou plus longs ou plus courts que les nuits; parce que le ſoleil, qui ne ſort jamais de l'écliptique EC (1757), décrit un des paralleles à l'équateur, tel, par exemple, que *ab* ou *gh*, qui ſont tous coupés par l'horizon HO en deux parties inégales *at* & *tb*, ou *gu* & *uh*.

1914. Dans les pays ſeptentrionaux, tels que l'Europe, &c. on a les jours plus longs que les nuits, tant que le ſoleil eſt ſitué entre l'équateur AB & le pôle nord P, ou, ce qui eſt la même

chofe, dans la moitié TE de l'écliptique; ce qui arrive depuis le 20 Mars jufqu'au 22 Septembre, pendant lequel temps le foleil paroît parcourir les 6 fignes feptentrionaux, qui font le *Belier*, le *Taureau*, les *Gemeaux*, le *Cancer*, le *Lion* & la *Vierge* (1719); car alors fa déclinaifon (1910) eft feptentrionale, & il décrit un des paralleles placés au nord de l'équateur, tel que *a b* ou ED, qui ont leur plus grande portion *at* ou ER au deffus de l'horizon HO. Au contraire, ces pays ont les jours plus courts que les nuits, tant que le foleil eft fitué entre l'équateur AB & le pôle fud M, ou dans l'autre moitié TC de l'écliptique; ce qui a lieu depuis le 22 Septembre jufqu'au 20 Mars, pendant lequel temps le foleil paroît parcourir les 6 fignes méridionaux, qui font la *Balance*, le *Scorpion*, le *Sagittaire*, le *Capricorne*, le *Verfeau*, & les *Poiffons*; car alors fa déclinaifon eft méridionale, & il décrit un des paralleles placés au fud de l'équateur, tel que *gh* ou FC, qui n'ont que leur plus petite portion *gu* ou FS au deffus de l'horizon HO.

1915. Dans les pays méridionaux, dans lefquels le pôle fud M eft élevé au deffus de l'horizon, on a, par les mêmes raifons, les longs jours, lorfque les pays feptentrionaux ont les longues nuits, &c.

1916. Dans la fphere oblique, les portions

des paralleles placées au dessus de l'horizon sont d'autant plus grandes, relativement à leurs portions placées au dessous, c'est-à-dire, sont d'un nombre de degrés d'autant plus grand, que le parallele est plus proche du pôle élevé. Or le tropique du cancer ED est, de tous les paralleles que décrit le soleil, celui qui est le plus proche du pôle nord P : c'est pourquoi, dans les pays septentrionaux, le plus long jour de l'année est celui où le soleil décrit ce tropique, c'est-à-dire, le jour du solstice d'été. Par la même raison, la nuit la plus longue, pour les mêmes pays, est celle du solstice d'hiver, temps où le soleil décrit le tropique du Capricorne FC.

1917. Dans la sphere oblique, on a, comme dans la sphere droite, le jour égal à la nuit dans le temps des équinoxes; parce qu'alors le soleil décrit l'équateur AB, qui est toujours coupé en deux parties égales TA, TB, par un horizon quelconque, suivant la propriété des grands cercles de la sphere, qui passent tous par le centre, & y sont coupés de tous sens en deux parties égales.

1918. Dans la sphere oblique, les jours également éloignés du même solstice, sont égaux pour la même latitude : par exemple, à Paris, le 20 Mai & le 23 Juillet, le soleil se couche à la même heure, parce que, sa déclinaison étant de

20 degrés dans l'un de ces jours comme dans l'autre, il décrit le même parallele *a b*, ſoit le 20 Mai en s'éloignant de l'équateur A B pour s'avancer vers le tropique du cancer E D, ſoit le 23 Juillet en ſe rapprochant de l'équateur, après le ſolſtice d'été. Quand le ſoleil, au lieu d'avoir 20 degrés de déclinaiſon boréale, comme dans le cas dont nous venons de parler, a 20 degrés de déclinaiſon auſtrale, & qu'il décrit le parallele *g h*, ce qui arrive le 21 Novembre & le 20 Janvier, la longueur de la nuit eſt, à Paris, égale à la longueur du jour dans le premier cas; & la longueur du jour eſt la même qu'étoit celle de la nuit, quand le ſoleil décrivoit le parallele ſemblable *a b* au nord de l'équateur A B; parce qu'à 20 degrés de part & d'autre de l'équateur, les paralleles *a b* & *g h* ſont égaux & également coupés par l'horizon H O, mais dans un ordre inverſe.

1919. Dans la ſphere oblique, on voit toutes les étoiles, ainſi que le ſoleil & les planetes, monter & deſcendre obliquement à l'horizon & parallélement à l'équateur; de ſorte que chacune de leurs révolutions ſe fait dans un cercle parallele à l'équateur AB, & incliné de la même quantité que lui à l'horizon: tels ſont les paralleles F C, E D, *e d*, Y O, G I, &c.

1920. On remarque, 1°. que, dans la ſphere

oblique boréale, celles de ces étoiles qui appartiennent à l'hémisphere septentrional APB, décrivent, depuis leur lever jusqu'à leur coucher, des portions de cercle ER ou *er* d'un plus grand nombre de degrés, & par conséquent demeurent plus long-temps sur l'horizon HO, que ne font celles de l'hémisphere méridional AMB, qui ne décrivent au dessus de l'horizon que les petites portions de cercle FS ou *fs*.

1921. 2°. Que ces différences vont en augmentant à proportion que ces étoiles décrivent des paralleles plus éloignés de l'équateur de part & d'autre; car la différence entre *er* & *fs* est plus grande que celle qu'il y a entre *at* & *gu*.

1922. 3°. Qu'à latitudes égales, comme en ED & en FC, celles de l'hémisphere septentrional demeurent autant de temps sur l'horizon HO, que celles de l'hémisphere méridional en passent dessous; car ER est égale à SC.

1923. 4°. Que toutes les étoiles qui sont à une distance de l'équateur AB, vers le nord P, plus grande que le complément de l'élévation du pôle, c'est-à-dire, qui, à Paris, par exemple (où le pôle est élevé de 48 degrés 50 minutes), en sont éloignées de plus de 41 degrés 10 minutes, font leurs révolutions entieres sur l'horizon, & ne se couchent jamais; telles sont toutes les étoiles situées entre le parallele YQ & le pôle

nord P. Et qu'au contraire, celles qui s'écartent de l'équateur AB de plus de 41 degrés 10 minutes vers le ſud M, telles que ſont toutes les étoiles ſituées entre le parallele HV & le pôle ſud M, ne paroiſſent jamais ſur l'horizon HO : puiſque les paralleles que décrivent ces dernieres, ſe trouvent tous entiers au deſſous de l'horizon HO, tandis que les paralleles que décrivent les premieres, ſont tous entiers au deſſus. On a les mêmes apparences dans la ſphere oblique auſtrale, mais dans un ordre inverſe.

1924. Quant aux planetes qui paſſent d'un hémiſphere à l'autre en parcourant le Zodiaque (1793), telles que la Lune, Mars, Jupiter, &c. les arcs qu'elles décrivent ſur l'horizon, dans la ſphere oblique boréale, ſont plus grands que ceux qu'elles décrivent au deſſous, tant qu'elles ſont au nord de l'équateur; c'eſt le contraire quand elles ſont au ſud; c'eſt-à-dire, par exemple, que quand la lune a paſſé l'équateur AB, & qu'elle ſe trouve dans l'hémiſphere ſeptentrional, dans la moitié du Zodiaque dont la portion TE de l'écliptique tient le milieu, elle eſt plus long-temps ſur l'horizon que deſſous (1914), & d'autant plus long-temps, qu'elle eſt plus avancée vers le tropique du Cancer ED (1916); c'eſt le contraire & avec les mêmes proportions, lorſqu'elle

eſt dans l'hémiſphere méridional, dans la portion TC de l'écliptique.

1925. Deux pays qui ſont ſitués à des latitudes égales, mais dont l'un E eſt au nord, & l'autre F au midi de l'équateur AB, ont des ſaiſons toujours oppoſées : l'été de l'un fait l'hiver de l'autre (1939); le printemps du premier eſt l'automne pour le ſecond : la raiſon en eſt que les portions des paralleles qui ſont au deſſus de l'horizon du pays ſitué au nord, ſont égales aux portions des paralleles qui ſont au deſſous de l'horizon du pays ſitué au midi, ſi l'on prend les mêmes jours. En effet, puiſque nous ſuppoſons les latitudes égales, la portion ER du parallele qui eſt au deſſus de l'horizon du pays ſitué au nord, eſt égale à la portion SC du parallele ſemblable qui eſt au deſſous de l'horizon du pays ſitué au midi : l'un de ces pays a donc la durée du même jour égale à la durée de la nuit de l'autre; & l'été a lieu pour l'un en même temps que l'hiver pour l'autre.

1926. Les pays ſitués ſous le même parallele, du même côté de l'équateur, ont toujours la même durée du jour & la même ſaiſon dans le même temps, à quelque diſtance qu'ils ſoient les uns des autres; parce qu'ayant la même hauteur du pôle, tous les paralleles y ſont coupés de la même maniere par l'horizon. Ainſi *Naples* & *Pekin*,

qui ſont, à peu de choſe près, à la même latitude du côté du nord, ont les mêmes ſaiſons, & à peu près la même durée du jour dans le même temps, quoiqu'à 2500 lieues l'un de l'autre.

1927. On voit que tout ce qu'il y a de particulier pour cette poſition de la ſphere, réſulte de la rotation diurne de la terre ſur l'axe PM, & de l'obliquité de cet axe, ainſi que de l'équateur AB, à l'horizon HO. Car chaque point de la ſurface de la terre décrit un cercle d'occident en orient (1817), dans l'intervalle de 23 heures 56 minutes 4 ſecondes (1818); & tous ces cercles, qui ont un diametre d'autant plus petit qu'ils ſont plus près des pôles, ſont paralleles à l'équateur & inclinés, comme lui, à l'horizon (1912): d'où doit réſulter l'apparence du mouvement diurne des aſtres d'orient en occident, & avec le même degré d'obliquité (1919).

1928. La ſphere parallele eſt celle dans laquelle les pôles ſont éloignés de 90 degrés de chaque côté de l'horizon; & où l'équateur eſt parallele à l'horizon, ou plutôt où l'équateur même ſert d'horizon. Cette ſphere n'a lieu que pour deux points de la terre, ſavoir, pour les deux pôles, c'eſt-à-dire, pour les deux points de la terre qui ont 90 degrés de latitude. Soit PAMBP (*fig.* 289.) le méridien; AB l'équateur & l'horizon; EC l'écliptique;

*Fig.* 289.

l'écliptique ; MP l'axe ſur lequel la terre tourne ; ED le tropique du Cancer ; FC le tropique du Capricorne ; GI & KL les cercles polaires ; P le pôle nord & le zénith ; M le pôle ſud & le nadir. Dans cette poſition, on voit que le pôle P eſt au zénith, c'eſt-à-dire, à 90 degrés de hauteur ; & que l'équateur AB eſt confondu avec l'horizon. Tous les paralleles placés au nord de l'équateur ou dans l'hémiſphere ſeptentrional APB, ſont tous entiers au deſſus de l'horizon AB ; & tous les paralleles placés au ſud de l'équateur, ou dans l'hémiſphere méridional AMB, ſont tous entiers au deſſous de l'horizon AB. De là réſultent les phénomenes ſuivans.

1929. Dans la ſphere parallele, l'on ne peut voir qu'une moitié du ciel, & l'on voit conſtamment la même : les étoiles qui ſont au deſſus de l'horizon AB, ne ſe couchent jamais ; elles demeurent toujours à la même hauteur : tandis que celles qui ſont ſituées dans l'autre hémiſphere, ne paroiſſent jamais.

1930. Dans la ſphere parallele, un Obſervateur placé debout ſeroit préciſément ſous le pôle P, & tourneroit, comme ſur un pivot, de droite à gauche, dans l'intervalle de 23 heures 56 minutes 4 ſecondes (1818). Mais comme ce mouvement, qui ſeroit très-uniforme & fort lent, ne changeroit rien au rapport qu'auroient avec lui les

objets terreſtres, il ne manqueroit pas de l'attribuer aux aſtres qu'il appercevroit dans le ciel, puiſqu'il les verroit changer continuellement de poſition relativement à lui, & dans un ſens oppoſé ; de ſorte qu'il croiroit les voir tourner de gauche à droite autour de lui.

1931. Dans la ſphere parallele, les étoiles paroiſſent décrire des cercles entiers, tous paralleles entre eux & à l'horizon AB ; parce que, dans cette poſition de la ſphere, le zénith P, qui eſt le pôle de l'horizon, ſe trouve être auſſi celui du monde, ſur lequel paroiſſent ſe faire tous ces mouvemens. D'où il ſuit que les étoiles qui ſont plus élevées, comme en G, paroiſſent faire leurs révolutions dans de plus petits cercles, que celles qui ſont moins élevées, comme en E ou en *a* ; car le diametre du cercle que décrivent les premieres, eſt GI, plus petit que ED ou *ab*, diametres des cercles que décrivent les dernieres. Il en eſt de même du ſoleil, de la lune, & des autres planetes : lorſqu'ils décrivent le parallele ED, ils font leur révolution dans un plus petit cercle, que lorſqu'ils décrivent le parallele *ab* ; ou l'équateur AB.

1932. Dans la ſphere parallele, l'année n'eſt compoſée que d'un jour & d'une nuit, chacun a peu près de 6 mois ; car tant que le ſoleil eſt, par exemple, dans les ſignes ſeptentrionaux (1914),

ſitués dans la partie TE de l'écliptique, ſavoir, depuis le 20 Mars juſqu'au 22 Septembre, le pôle boréal P eſt éclairé ſans interruption ; tous les paralleles que le ſoleil décrit chaque jour, depuis l'équateur AB juſqu'au tropique du Cancer ED, ſont au deſſus de l'horizon : de ſorte que le ſoleil paroît, toutes les 24 heures, tourner tout autour de l'horizon, ſans ſembler s'en approcher ni s'en éloigner, & ſans paroître changer de hauteur, du moins ſenſiblement, quoiqu'il le faſſe réellement ; ce qui ne s'apperçoit qu'au bout d'un certain temps. Mais dès que le ſoleil, après l'équinoxe de notre automne, paſſe dans les ſignes méridionaux, ſitués dans la partie TC de l'écliptique, tout le temps qu'il y demeure, ſavoir, depuis le 22 Septembre juſqu'au 20 Mars, il ne reparoît plus ſur l'horizon ; les paralleles qu'il décrit, depuis l'équateur AB juſqu'au tropique du Capricorne FC, ſont en entier dans l'hémiſphere inférieur & inviſible au pôle boréal P (1929). Un Obſervateur qui ſeroit placé ſous le pôle P, verroit donc le ſoleil circuler pendant environ 6 mois autour de lui, & ſeroit enſuite à peu près autant de temps ſans le revoir.

1933. Les planetes faiſant leurs mouvemens propres dans des orbites qui s'écartent peu du plan de l'écliptique EC (1793), ſe trouvent, de même que le ſoleil (1932), tantôt d'un côté

de l'équateur AB, tantôt de l'autre : d'où il ſuit que, dans la ſphere parallele boréale, elles ſe trouvent au deſſus de l'horizon tout le temps qu'elles ſont dans la moitié du Zodiaque, dont la portion TE de l'écliptique tient le milieu, & au deſſous tout le temps qu'elles ſont dans l'autre moitié du Zodiaque, répondant à l'autre portion TC de l'écliptique. Chacune d'elles, faiſant donc, comme les étoiles (1931), des révolutions circulaires apparentes dans l'intervalle d'environ 24 heures, ne ceſſe pas d'être viſible au point P pendant environ la moitié du temps qu'elle emploie à parcourir ſon orbite. La lune paroît donc au deſſus de l'horizon pendant environ 14 $\frac{3}{4}$ jours de ſuite ; Mercure, pendant environ 6 ſemaines ; Vénus, pendant environ 3 $\frac{3}{4}$ mois ; Mars, pendant environ 11 $\frac{1}{2}$ mois ; Jupiter, pendant environ 5 ans 11 mois ; Saturne, pendant environ 14 ans 8 $\frac{1}{2}$ mois ; & Herſchell, pendant environ 41 ans 8 mois : après quoi chacune diſparoît pour un temps à peu près égal à celui pendant lequel elle a paru.

1934. On a les mêmes apparences dans la ſphere parallele auſtrale, qui a le pôle ſud M à ſon zénith ; ce qu'il eſt aiſé de concevoir, en retournant la *fig.* 289. *Fig.* 289.

1935. Dans la ſphere parallele, l'ombre d'un corps paroît tourner chaque jour, ſans changer

ſenſiblement de longueur : ſa marche eſt ſenſiblement circulaire. De ſorte que, pour y faire un cadran horizontal, il ſuffiroit de diviſer un cercle en 24 parties égales, & placer à ſon centre un ſtyle vertical. Mais le point de midi ſeroit indéterminé ; & la méridienne deviendroit une choſe de convention.

## *Des Saiſons.*

1936. Nous avons dit (1904) que l'inclinaiſon conſtante de l'axe de la terre au plan de l'écliptique & ſon parallèliſme occaſionnent le changement des ſaiſons. Un lieu quelconque a l'été, lorſque le ſoleil eſt à midi le plus près de ſon zénith qu'il eſt poſſible relativement à ſa latitude ; il a l'hiver, lorſque le ſoleil eſt à midi le plus loin de ſon zénith, &c. Or le changement des ſaiſons conſiſte en ce que tous les pays de la terre, ſitués ſous le tropique du Cancer, ou à 23 $\frac{1}{2}$ degrés de latitude ſeptentrionale, voient le ſoleil paſſer par leur zénith à midi le jour de notre ſolſtice d'été ; & qu'au contraire tous les pays ſitués ſous le tropique du Capricorne, ou à 23 $\frac{1}{2}$ degrés de latitude méridionale, aient le ſoleil à leur zénith à midi le jour de notre ſolſtice d'hiver ; & qu'enfin tous les pays ſitués ſous l'équateur, voient le ſoleil paſſer par leur zénith à midi les deux jours des équinoxes. Pour que ces effets aient

lieu dans le mouvement de la terre autour du ſoleil, il faut qu'elle ſoit placée de maniere que le rayon ſolaire dirigé vers la terre tombe perpendiculairement ſur le tropique terreſtre du Cancer le jour de notre ſolſtice d'été, ſur le tropique terreſtre du Capricorne le jour de notre ſolſtice d'hiver, & ſur l'équateur terreſtre les deux jours des équinoxes. Or, pour que ces incidences des rayons ſolaires ſoient telles que nous venons de le dire, il ſuffit que l'axe de la terre ſoit incliné de $23\frac{1}{2}$ degrés au plan de l'écliptique, & que cet axe conſerve ſon paralléliſme pendant toute la durée de la révolution annuelle de la terre autour du ſoleil.

1937. Soit S (*fig.* 290.) le ſoleil; C & *c* deux points diamétralement oppoſés de l'orbe annuel de la terre; C, le point où elle ſe trouve vers le 21 Juin; *c*, le point où elle ſe trouve vers le 21 Décembre; E F ou *e f*, le diametre de l'équateur; C *c*, le diametre de l'écliptique, dans laquelle eſt l'orbite de la terre, & où par conſéquent ſe trouve toujours le rayon ſolaire; I H ou *i h*, le diametre de l'écliptique tracée ſur la terre; G H ou *g h*, le diametre du tropique du Cancer; I K ou *i k*, le diametre du tropique du Capricorne; P A ou *p a*, l'axe de la terre; P ou *p*, le pôle nord; A ou *a*, le pôle ſud. Si l'axe P A de la terre eſt incliné de maniere que

*Fig.* 290.

l'équateur E F faſſe un angle de $23\frac{1}{2}$ degrés avec le rayon ſolaire S C, c'eſt-à-dire, avec l'écliptique, le rayon ſolaire tombera perpendiculairement ſur le point H de la terre, éloigné de l'équateur F de $23\frac{1}{2}$ degrés : c'eſt-à-dire que tous les pays de la terre, ſitués ſous le parallele dont G H eſt le diametre, ou qui ont $23\frac{1}{2}$ degrés de latitude ſeptentrionale, en tournant ſur l'axe P A, paſſeront ce jour-là, chacun à leur tour, au point H, & auront tous à midi le ſoleil à leur zénith, & par conſéquent leur été. Et du ſoleil on verroit le pôle ſeptentrional de la terre.

1938. Six mois après, la terre ſe trouvera de l'autre côté du ſoleil S, dans le point *c* de ſon orbite diamétralement oppoſé au point C (1937). Suppoſons donc (ce qui a réellement lieu) que l'axe *p a* ſoit parallele à l'axe P A de la ſituation précédente, en ſorte qu'il ſoit incliné de la même quantité, du même ſens & vers le même côté du ciel que celui vers lequel il étoit incliné ſix mois auparavant ; alors le rayon ſolaire S *i c*, au lieu de répondre au tropique du Cancer en *g*, comme dans le premier cas, tombera perpendiculairement en *i*, au tropique du Capricorne *i k* : de façon que tous les pays de la terre, ſitués ſous le parallele dont *i k* eſt le diametre, ou qui ont $23\frac{1}{2}$ degrés de latitude méridionale, paſſe-

ront ce jour-là ſucceſſivement, & l'un après l'autre, au point $i$, en tournant autour de l'axe $pa$, & auront tous à midi le ſoleil à leur zénith, & par conſéquent leur été. Et du ſoleil on verroit le pôle méridional de la terre.

1939. Lorſque le rayon ſolaire SH répond au tropique du Cancer GH, & qu'il eſt perpendiculaire au point H (1937), tous les pays ſitués du côté du pôle arctique P, ou dans l'hémiſphere boréal de la terre, ont leur été, parce qu'ils reçoivent les rayons ſolaires le moins obliquement qu'il leur eſt poſſible; tandis que les pays ſitués dans l'hémiſphere auſtral, ont leur hiver (1925): mais moyennant le mouvement annuel de la terre autour du ſoleil (1731), le rayon ſolaire S$i$ répondant au tropique du Capricorne $ik$, & lui étant devenu perpendiculaire en $i$, tous les pays ſitués vers le nord, du côté du pôle arctique $p$, ont leur hiver, parce qu'ils reçoivent les rayons ſolaires le plus obliquement qu'il leur eſt poſſible; au lieu que les pays méridionaux, ou qui ſont ſitués du côté du pôle antarctique $a$, ont leur été.

1940. A l'égard du printemps & de l'automne, on conçoit aiſément qu'ils auront lieu dans le paſſage de l'hiver à l'été & de l'été à l'hiver: car l'axe PA ou $pa$ demeurant toujours parallele à lui-même (1938), & le rayon ſolaire répondant toujours perpendiculairement à un de

points de la circonférence du cercle dont IH ou *i h* eſt le diametre; quand la terre, avançant dans ſon orbite, arrivera à 90 degrés des points C ou *c* (ce qui a lieu vers le 20 Mars & le 22 Septembre), le rayon ſolaire tombera perpendiculairement ſur le point d'interſection C ou *c* de l'équateur E F ou *e f*, & de l'écliptique IH ou *i h*. D'où il eſt aiſé de voir que ce ſont l'inclinaiſon de l'axe de la terre au plan de l'écliptique & ſon parallélisme conſtans, qui occaſionnent les changemens des ſaiſons.

### *Du Soleil.*

1941. Le ſoleil n'eſt pas toujours à égales diſtances de la terre : il en eſt plus éloigné de 1171468 lieues (1798), lorſqu'il eſt dans ſon apogée, que lorſqu'il eſt dans ſon périgée : il ſembleroit donc que, dans ce dernier cas, ſa chaleur devroit ſe faire ſentir davantage. Cependant le froid de l'hiver & la chaleur de l'été ne viennent point uniquement de l'éloignement ou de la proximité du ſoleil, quoique cette cauſe y contribue : car en été le ſoleil eſt dans ſon apogée (1755), & en hiver dans ſon périgée. La chaleur de l'été vient de trois autres cauſes.

1942. 1°. De ce qu'en été les rayons ſolaires tombent moins obliquement ſur la terre. Sup-

posons un lieu, par exemple, Paris, placé en B à 48 degrés 50 minutes de latitude septentrionale; son zénith est en Z, & son horizon en NO: le 21 Juin, le rayon solaire décrivant le tropique du Cancer GH (1937), l'Observateur, placé en B, voit le soleil S élevé de 64 $\frac{1}{3}$ degrés: six mois après, le même Observateur sera placé en *b* (1938); il aura son zénith en *z*, & son horizon en *no*: le rayon solaire S*i*, décrivant alors le tropique du Capricorne *ik*, cet Observateur ne verra le soleil élevé que de 17 $\frac{2}{3}$ degrés. Or on démontre en mécanique (482), qu'un corps qui agit perpendiculairement sur un autre, agit avec toute sa force; & que s'il agit obliquement, il agit avec d'autant moins de force que sa direction s'éloigne davantage de la perpendiculaire. Les rayons solaires, lancés en lignes directes, doivent suivre la même loi mécanique que les autres corps; & par conséquent leur action doit être mesurée par le sinus de l'angle d'incidence (483).

1943. 2°. De ce que les rayons solaires, tombant moins obliquement en été (1942), ont une moindre épaisseur d'air à traverser; car en été ils n'ont à traverser que l'épaisseur RB, bien moindre que celle *rb* qu'ils traversent en hiver: ils en sont donc moins affoiblis.

1944. De ce qu'en été le soleil demeure sur

l'horizon plus long-temps que deſſous : il a donc plus de temps pour échauffer la terre. C'eſt le contraire en hiver.

1945. Puiſque le ſoleil eſt plus loin de nous l'été que l'hiver (1941), il s'enſuit que les peuples qui habitent l'hémiſphere oppoſé au nôtre, c'eſt-à-dire, l'hémiſphere auſtral, doivent avoir, toutes choſes d'ailleurs égales, une plus grande chaleur que nous pendant leur été, & plus de froid pendant leur hiver. Car à ces trois cauſes que nous venons d'indiquer (1942, 1943, 1944), il faut ajouter, pour eux, la plus grande proximité du ſoleil pendant leur été, & le plus grand éloignement de cet aſtre pendant leur hiver.

1946. Nous avons déjà parlé pluſieurs fois (1720, 1757, 1803, 1824, 1914, &c.) des 12 ſignes que parcourent les planetes dans leur révolution autour du ſoleil, & que le ſoleil lui-même paroît parcourir en vertu de la révolution de la terre autour de cet aſtre (1757). On a donné à ces 12 ſignes les noms des 12 conſtellations du Zodiaque (1719) : malgré cela, il ne faut pas les confondre au ciel avec les conſtellations dont ils portent le nom. Du temps d'*Hypparque*, c'étoit à peu près la même choſe ; chacune de ces conſtellations occupoit alors aſſez exactement celle des 12 diviſions du Zodiaque à laquelle elle avoit donné ſon nom. Mais aujour-

d'hui ce n'eſt plus cela ; le ſigne du Belier, qui eſt le premier, n'eſt autre choſe que la premiere douzieme partie, ou les 30 premiers degrés du cercle de l'écliptique, en partant de ſon point d'interſection avec l'équateur : mais la conſtellation du Belier eſt un aſſemblage d'étoiles, qui, à la vérité, répondoit autrefois dans le ciel au même endroit que le ſigne du Belier, mais qui eſt actuellement plus avancée d'environ 30 degrés ou de la valeur d'un ſigne : de ſorte que la conſtellation du Belier occupe aujourd'hui le ſigne du Taureau ; la conſtellation du Taureau occupe le ſig e des Gémeaux, & ainſi des autres.

1947. Le premier point du Zodiaque, ou, ce qui eſt la même choſe, le premier point du ſigne du Belier, eſt toujours au point d'interſection de l'équateur avec l'écliptique : c'eſt auſſi de ce point-là que l'on commence à compter la longitude des étoiles fixes (1732). Mais ce point du ciel, qui eſt celui où ſe fait l'équinoxe du printemps, recule tous les ans de 50 ſecondes & environ 20 tierces de degré : les étoiles fixes paroiſſent, en conſéquence, avancer chaque année d'une ſemblable quantité, par un mouvement général & commun à toutes, qui ſe fait d'occident en orient, autour des pôles de l'écliptique ; en ſorte que leur longitude augmente chaque année de cette même quantité (1732).

1948. Ce mouvement général des étoiles fixes en longitude n'a rien de réel, il n'eſt qu'apparent : & cette apparence vient de la rétrogradation des points équinoxiaux ; laquelle rétrogradation eſt, diſent les Aſtronomes, produite par l'attraction du ſoleil & de la lune ſur le ſphéroïde applati de la terre ; par laquelle attraction l'axe de la terre, ſuppoſé prolongé juſqu'au ciel, ou les pôles de l'équateur terreſtre parcourent, par un mouvement rétrograde ou d'orient en occident, autour des pôles de l'écliptique, un cercle dont le diametre eſt d'environ 47 degrés. Mais les pôles de l'équateur ne peuvent pas rétrograder, que l'équateur ne rétrograde auſſi; car tous ſes points ſont toujours néceſſairement éloignés de 90 degrés de ſes pôles : les points d'interſection de l'équateur avec l'écliptique ou les points équinoxiaux rétrogradent donc, par la même raiſon, chaque année, de 50 ſecondes & environ 20 tierces de degré.

1949. Il ſuit de là que ſi le ſoleil ſe trouve en conjonction avec une étoile au moment où il eſt au point de l'équinoxe, il doit, l'année ſuivante, rencontrer l'équinoxe avant d'être arrivé en conjonction avec la même étoile. L'arrivée du ſoleil à l'équinoxe précede donc la fin de ſa révolution, relativement à un point fixe dans le ciel : c'eſt pourquoi ce mouvement a été nommé *préceſſion des équinoxes*. Voilà la raiſon pour la-

quelle la révolution apparente du ſoleil relativement à l'équinoxe ou l'année ſolaire, eſt d'une plus courte durée que l'année ſidérale (1757).

1950. Les étoiles fixes paroiſſent faire chaque jour un tour entier d'orient en occident autour de la terre (1730) : le ſoleil paroît auſſi faire chaque jour le même tour (1756) : mais le mouvement diurne du ſoleil paroît plus lent que celui des étoiles fixes. Ces apparences ſont cauſées par la rotation journaliere de la terre ſur ſon axe, qui s'acheve en 23 heures 56 minutes 4 ſecondes (1818). Si la terre ne faiſoit que tourner ſur ſon axe; ſi, pendant qu'elle tourne ainſi, elle n'avançoit point dans ſon orbite, les mouvemens diurnes du ſoleil & des étoiles fixes feroient les mêmes : les étoiles qui auroient paſſé une fois au méridien avec le ſoleil, y paſſeroient toujours; la nuit d'été & la nuit d'hiver offriroient les mêmes conſtellations pour le même lieu. Mais à cauſe du mouvement annuel de la terre d'occident en orient autour du ſoleil, par lequel elle avance dans ſon orbite de 59 minutes 8 ſecondes & environ 20 tierces par jour, le ſoleil paroît avancer de la même quantité & dans le même ſens dans l'écliptique : ainſi, pendant que la terre *Fig. 276.* T (*fig.* 276.) avance dans ſon orbite de T en *d*, le ſoleil S lui paroît avancer au ciel de *e* en *f*; & les étoiles lui paroiſſent aller en ſens con-

traire. De là il arrive que, la terre étant en T quand l'étoile *e*, qui a passé au méridien en même temps que le soleil S, vient à y repasser, il s'en faut d'une certaine quantité que le soleil n'y soit encore parvenu : il faut donc que la terre fasse, d'un jour à l'autre, un peu plus d'un tour sur son axe, pour rejoindre le soleil : les étoiles paroissent donc précéder de plus en plus le soleil; ce qui fait paroître leur mouvement diurne plus prompt que celui du soleil.

1951. Ces petites portions de tour, que la terre fait chaque jour sur son axe de plus que son tour entier, pour rejoindre le soleil, étant ajoutées les unes aux autres, forment un demi-tour au bout de six mois, pendant lesquels les étoiles paroissent avoir parcouru la moitié de la circonférence du ciel : c'est ce qu'on appelle leur *mouvement annuel* (1731). De sorte que l'étoile *e*, qui, lorsque la terre étoit en T, se trouvoit au méridien à midi, se trouve, six mois après, lorsque la terre est en *t*, au méridien à minuit. Car dans la position T de la terre, son côté *i*, qui étoit tourné vers le soleil S, est encore tourné vers le même astre dans la position *t*; puisqu'elle a fait sur son axe un demi-tour de plus que les tours entiers de chaque jour. Pendant les six mois suivans, elle fait un autre demi-tour de plus; ce qui forme un tour entier dont nous ne

nous appercevons point. En effet, dans une année commune de 365 jours, ou de 365 fois 24 heures, il y a 366 fois 23 heures 56 minutes 4 secondes, qui est la durée de la rotation de la terre sur son axe (1818); & qui seroit la durée de notre jour, si la terre n'avoit que ce mouvement, & qu'elle ne tournât point dans son orbite. Mais comme elle emploie, par un terme moyen, 3 minutes 56 secondes de plus que la durée de sa rotation sur son axe, pour rejoindre le soleil, cela forme notre jour moyen de 24 heures.

1952. Puisqu'une étoile qui est au méridien à midi, se trouve six mois après au même méridien à minuit (1951), il s'ensuit que toutes les étoiles qui, six mois auparavant, étoient à midi sur l'horizon d'un lieu, se trouvent alors à minuit sur l'horizon du même lieu. C'est en effet ce qui arrive exactement pour la sphere droite (1906). Dans la sphere oblique (1912), on voit successivement dans un an toutes les étoiles qui peuvent passer sur l'horizon. Et dans la sphere parallele (1928), on voit toujours les mêmes étoiles; mais elles sont tantôt en conjonction, tantôt en opposition avec le soleil.

1953. Pendant que la terre fait sa révolution dans son orbite autour du soleil, elle voit le soleil répondre successivement à tous les points

de

Fig. 276.

Fig. 277.

Benard Direxit.

de l'écliptique. Lorſqu'elle eſt au point *h* (*fig.* 283.) de ſon orbite, elle voit le ſoleil répondre au point F de l'écliptique ; & pendant qu'elle parcourt la portion *h a f* de ſon orbite, elle voit le ſoleil parcourir la moitié FCH de l'écliptique : pendant qu'elle parcourt l'autre portion *f c h* de ſon orbite, elle voit le ſoleil parcourir l'autre moitié HAF de l'écliptique. Mais comme elle va moins vîte dans cette derniere portion *f c h* de ſon orbite (1839), elle voit le ſoleil plus long-temps dans la moitié HAF de l'écliptique, où ſont placés les ſignes ſeptentrionaux (1914), qu'elle ne le voit dans l'autre moitié FCH, où ſont placés les ſignes méridionaux. La différence eſt de 7 à 8 jours. *Fig.* 283.

*De la Lumiere zodiacale.*

1954. Le ſoleil eſt entouré d'une matiere fluide, rare & tenue, lumineuſe par elle-même, ou ſeulement éclairée par les rayons ſolaires, & qui forme à cet aſtre une eſpece d'athmoſphere. Cette matiere eſt en plus grande abondance & plus étendue autour de l'équateur du ſoleil, que partout ailleurs ; ce qui donne à l'athmoſphere ſolaire une forme lenticulaire, dont le diametre eſt dans le plan de l'équateur du ſoleil. Elle fut découverte le 18 Mars 1683 par *Caſſini*, qui continua de la voir juſqu'au 26 du même mois.

C'eſt ce qu'on appelle la *lumiere zodiacale*, parce qu'elle paroît en forme de lance ou de pyramide le long du Zodiaque, dans lequel elle eſt toujours renfermée par ſa pointe & par ſon axe, & paroît appuyée par ſa baſe obliquement ſur l'horizon.

1955. La lumiere zodiacale eſt plus ou moins viſible, ſelon que les circonſtances néceſſaires pour ſon apparition ſont plus ou moins favorables. Une des circonſtances les plus eſſentielles eſt que cette lumiere ait une longueur ſuffiſante ſur le Zodiaque; & qu'en même temps l'obliquité du Zodiaque à l'horizon ne ſoit pas trop grande; car ſans cela la clarté de la lumiere zodiacale, qui eſt aſſez ſemblable à celle de la voie lactée, nous eſt entiérement dérobée par celle du crépuſcule (1976), ſoit avant le lever du ſoleil, ſoit après ſon coucher.

1956. La lumiere zodiacale paroît ordinairement ſous la figure d'un cône ou d'une portion de fuſeaux, ayant toujours ſa baſe dirigée vers le corps du ſoleil, & ſa pointe vers quelque étoile contenue dans le Zodiaque. C'eſt ainſi qu'elle paroît le ſoir dans le printemps, & le matin en automne, ſa pointe orientale ſe montrant le ſoir, & ſa pointe occidentale le matin. On peut quelquefois voir ſes deux pointes dans la même nuit; ſavoir, vers les ſolſtices, ſur-tout

vers celui d'hiver, lorſque l'écliptique fait, le ſoir & le matin, des angles à peu près égaux avec l'horizon, & aſſez grands pour laiſſer une partie conſidérable de la pointe du phénomene au deſſus de la ligne des crépuſcules, de maniere qu'elle puiſſe ſe montrer encore au delà ſur l'horizon. Le ſolſtice d'été a le déſavantage d'une plus grande obliquité de l'écliptique ſur l'horizon, &, ce qui eſt encore plus nuiſible, l'incommodité des plus longs crépuſcules : or c'eſt tout le contraire au ſolſtice d'hiver.

1957. Les obſervations du ſoir & du matin ne ſçauroient donc jamais nous faire appercevoir que les parties ſupérieures du phénomene eu égard à l'horizon de l'Obſervateur; car, à meſure que le globe du ſoleil monte & s'approche de l'horizon, ou bien avant qu'il ſoit deſcendu de pluſieurs degrés au deſſous, le crépuſcule devient, ou eſt encore trop fort pour nous permettre de le voir. C'eſt ce qu'il eſt aiſé de comprendre par la figure ſuivante. Soit IKOA (*fig.* 291.) la lumiere zodiacale, & même dans une poſition des plus favorables pour être apperçue ſur l'horizon HR; ſavoir, comme elle ſeroit vue à Paris le ſoir, ſur la fin du crépuſcule, par exemple, vers le dernier jour de Février, ou le premier de Mars, à la ſection du printemps; où le premier point du Belier étant ſuppoſé en K, ſur le plan de *Fig.* 291.

K 2

l'horizon HR, & le ſoleil étant en S, au dixieme degré du ſigne des Poiſſons, ſur la ligne ou ſur le cercle finiteur CP des crépuſcules, 18 degrés au deſſous de l'horizon. L'écliptique TKZ, qui ſe confond ici avec l'axe AZ de la lumiere zodiacale, fait, avec l'horizon HR, un angle d'environ 64 degrés; & la pointe A de cette lumiere tombe entre les étoiles du cou & de la tête du Taureau, & ſe termine au dixieme degré du ſigne des Gémeaux: d'où il ſuit que la diſtance AS de ſa pointe au ſoleil eſt alors de 90 degrés. La ligne AS étant donc priſe pour rayon ou ſinus total, donne à peu près la meſure des autres dimenſions de la lumiere & du reſte de la figure. Ainſi la largeur IO de cette lumiere ou de ſa baſe près de l'horizon ſera, dans ce cas-là, de plus de 20 degrés, &c. le reſte IDZLO de la matiere qui la compoſe ſe trouvant néceſſairement caché ſous l'horizon HR; ſavoir, la partie IDLO de la moitié ſupérieure DLA, & toute la moitié inférieure DLZ.

1958. La même *figure* 291 repréſente encore la ſituation *a* ♉ *z* que cette même lumiere doit avoir, toutes choſes d'ailleurs égales, le matin des mêmes jours, immédiatement avant le crépuſcule, l'angle R*tz* de l'écliptique avec l'horizon étant d'environ 26 degrés, en imaginant ſeulement que le ſpectateur, qui avoit le ſoir le pôle boréal B

à sa droite, & le méridional M à sa gauche, s'étant tourné vers l'orient, aura au contraire le septentrion à sa gauche & le midi à sa droite : & l'inverse de tout cela, qu'on auroit, par exemple, en regardant la figure par-derriere à travers le jour, donnera l'apparence I K O A de la lumiere zodiacale pour le matin en automne, vers le 13 ou 14 Octobre, le soleil S étant au 20$^{e}$. degré du signe de la Balance, & le premier point de ce signe, ou la section d'automne étant supposé en K sur le plan de l'horizon H R. Il n'y auroit alors à changer que les étoiles correspondantes.

1959. On voit, par ce que nous venons de dire, que la lumiere zodiacale ne sçauroit se montrer sur l'horizon par sa portion qui environne de près le soleil, sans que la clarté du jour ou du crépuscule ne la fasse disparoître, ou du moins ne rende ses bords tout-à-fait incertains. Il n'y a que les éclipses totales de soleil (2029) qui puissent nous la montrer en quelque façon jusqu'à sa racine & dans sa partie la plus dense. Car on sait qu'en pareil cas, dès que le disque de la lune a entiérement caché celui du soleil, il paroît autour de la lune un limbe éclairé & une espece de chevelure d'autant plus épaisse qu'elle approche davantage de ses bords.

1960. La lumiere zodiacale doit se faire appercevoir plus aisément & plus souvent dans la

zone torride, & ſur-tout vers l'équateur, que dans les autres climats : 1°. parce que, dans ces contrées, l'obliquité du Zodiaque à l'horizon eſt beaucoup moins grande ; 2°. parce que les crépuſcules y ſont toujours de peu de durée.

### *De la Diviſion du temps.*

1961. Le ſoleil étant de tous les aſtres le plus aiſé à obſerver pour nous, a ſervi à meſurer le temps. On ſait qu'on le diviſe en ſiecles, années, mois, ſemaines, jours, heures, minutes, &c.

1962. On appelle un *jour* la durée pendant laquelle le ſoleil nous paroît faire une révolution entiere autour de la terre d'orient en occident : c'eſt ce qu'on appelle *jour naturel* ou *aſtronomique*, qui s'étend du paſſage du centre du ſoleil au plan du méridien d'un lieu à l'inſtant auquel le centre du même aſtre eſt retourné au même méridien, après une révolution entiere. La durée de ce jour eſt plus longue que celle de la rotation de la terre ſur ſon axe (1818), laquelle rotation eſt cependant la cauſe premiere de la révolution journaliere apparente du ſoleil autour de la terre (1903). La raiſon en eſt qu'en vertu de la révolution annuelle de la terre dans ſon orbite, le ſoleil paroît avancer chaque jour d'une certaine quantité dans l'écliptique ; ce qui exige

Fig. 278.

Fig. 279.

Fig. 280.

Fig. 281.

Fig. 282.

Fig. 283.

Benard Direxit

que la terre faſſe, d'un jour à l'autre, un peu plus d'un tour ſur ſon axe pour rejoindre le ſoleil (1950). A chaque révolution journaliere, le ſoleil retarde donc un peu ; mais pas toujours d'une égale quantité ; parce que la terre, qui, en avançant dans ſon orbite, cauſe ce retardement, y va tantôt plus, tantôt moins vîte (1762). C'eſt ce qui a donné lieu à cette diſtinction : *jour civil* ou *moyen*, & *jour aſtronomique* ou *véritable*. Le jour civil eſt celui qui eſt toujours d'une égale durée ; & le jour aſtronomique eſt celui dont la durée eſt tantôt plus, tantôt moins longue.

1963. Pour concevoir la différence qu'il y a entre le jour civil & le jour aſtronomique, il faut conſidérer que le jour aſtronomique ou véritable eſt meſuré par le retour du ſoleil au méridien, qui eſt compoſé de ſa révolution entiere dans l'équateur ou dans l'un de ſes paralleles, qui eſt de 360 degrés, & qui ſe fait dans 23 heures 56 minutes 4 ſecondes, plus dans l'arc de l'équateur ou de ce parallele qui répond au vrai mouvement journalier du ſoleil ſur l'écliptique, lequel arc eſt tantôt plus & tantôt moins grand (1962).

1964. A l'égard du jour civil ou moyen, qui doit être d'une égale durée pendant tout le cours de l'année, il eſt meſuré par la révolution entiere

du ſoleil dans l'équateur ou l'un de ſes paralleles, qui eſt de 360 degrés, & qui ſe fait dans 23 heures 56 minutes 4 ſecondes, plus dans l'arc de l'équateur ou de ce parallele, qui répond au moyen mouvement journalier du ſoleil ſur l'écliptique, lequel arc eſt de 59 minutes 8 ſecondes 20 tierces de degré (1808), & qui, pour être parcouru, exige 3 minutes 56 ſecondes de temps moyen, ce qui forme la durée du jour moyen de 24 heures moyennes, qui ſont celles que marque une horloge bien réglée. Au lieu qu'une heure vraie eſt le temps que le ſoleil met à parcourir 15 degrés de l'équateur ou de l'un de ſes paralleles.

1965. Cette différence entre les heures vraies & les heures moyennes a donné lieu à cette diſtinction : *temps vrai* & *temps moyen*. Le temps moyen eſt celui qui eſt compoſé d'heures toutes d'une égale durée, d'heures qui tiennent le milieu entre les heures vraies les plus longues & les heures vraies les plus courtes : c'eſt pourquoi on les a nommées *heures moyennes*.

1966. Le temps vrai eſt celui qui eſt meſuré par le chemin réel que le ſoleil paroît parcourir ſur l'équateur ou l'un de ſes paralleles : or la durée de ce temps n'eſt pas toujours égale pour le même nombre de degrés : le retour du ſoleil

au méridien eſt donc plus ou moins retardé (1962), pour trois raiſons. 1°. La terre, ſuivant la troiſieme loi de Kepler (1762), ne parcourt pas des portions égales de ſon orbite dans des temps égaux ; elle va tantôt plus vîte & tantôt plus lentement, & en conſéquence le ſoleil nous paroît avancer plus ou moins dans l'écliptique : dans le premier cas, cela alonge la durée du jour, parce qu'alors la terre, pour rejoindre le ſoleil, doit ajouter, à ſon tour entier ſur ſon axe, une plus grande portion de tour (1962). Dans le ſecond cas, par la raiſon contraire, cela diminue la durée du jour. 2°. C'eſt ſur l'équateur ou ſur ſes paralleles, qui ſont les cercles que le ſoleil nous paroît décrire chaque jour, que ſe prennent les meſures du temps vrai; quinze degrés de ces cercles équivalent à une heure. Mais l'obliquité de l'écliptique, par rapport à l'équateur (1903), eſt cauſe qu'à des arcs égaux de l'écliptique, pris à des diſtances inégales de l'équateur, ne répondent pas des arcs égaux de l'équateur. 3°. L'orbite de la terre, étant une ellipſe dont le ſoleil occupe un des foyers (1760), les portions de l'écliptique que le ſoleil nous paroît parcourir, ne ſont pas égales aux portions que la terre parcourt dans ſon orbite. Ces trois cauſes, qui ſe combinent différemment, concourent quelquefois toutes en-

ſemble à produire le même effet; d'autres fois elles ſe contre-balancent en partie : c'eſt pourquoi, non ſeulement les durées des différens jours ſont différentes entre elles, mais encore les différences de ces durées varient chaque jour.

1967. Le temps vrai ne coincide avec le temps moyen que quatre fois dans l'année; ſavoir, le 14 Avril, le 15 Juin, le 30 Août & le 23 Décembre. Il ſuit de là, qu'en ſuppoſant une pendule parfaitement réglée, qui marquera midi le 14 Avril au moment où le centre du ſoleil ſera dans le méridien, cette pendule ne doit marquer la même heure que le ſoleil, que les quatre jours que nous venons d'indiquer : tous les autres jours, elle doit marquer des heures différentes ; & c'eſt cette différence du temps vrai au temps moyen que l'on appelle *Equation du temps*.

1968. Nous venons de voir (1964) que la durée de chaque jour eſt de 24 heures ; mais on donne le nom de *Jour artificiel*, à la durée de la préſence du ſoleil ſur l'horizon ; & l'on nomme *Nuit*, le temps pendant lequel le ſoleil demeure ſous l'horizon. Le jour artificiel n'eſt pas d'une égale durée par-tout, ni dans tous les temps ; cette durée varie ſuivant les différens climats & les différentes ſaiſons.

1969. La durée du jour artificiel eſt toujours exactement de 12 heures, pour ceux qui habitent

précisément sous l'équateur, & qui sont dits avoir la sphere droite (1908); parce que, dans cette position, l'équateur & tous ses paralleles, que le soleil paroît décrire, sont coupés par l'horizon en deux parties égales.

1970. La durée du jour artificiel est de 6 mois, pour les habitans des pôles, s'il y en a, & qui sont dits avoir la sphere parallele (1932); parce que de tous les paralleles que le soleil paroît décrire, les uns sont tout entiers au dessus de l'horizon, & les autres tout entiers au dessous; & il y en a autant d'un côté que de l'autre; de sorte que, dans cette position, il n'y a qu'un seul jour dans l'année.

1971. La durée du jour artificiel varie continuellement, pour les habitans de la terre qui sont placés entre l'équateur & les pôles, & qui sont dits avoir la sphere oblique (1913 *& suiv.*). Cette durée n'est exactement de 12 heures, que lorsque le soleil est dans l'un des deux points d'intersection de l'équateur & de l'écliptique (1940); dans tous les autres temps, elle est ou plus grande ou plus petite. Pour ceux qui habitent entre l'équateur & le pôle septentrional, elle va toujours en augmentant, à mesure que le soleil s'avance de l'équateur vers le tropique du Cancer; ce qui arrive après l'équinoxe de notre printemps; & elle va, au contraire, en diminuant, à mesure que

le ſoleil s'avance de l'équateur vers le tropique du Capricorne ; ce qui arrive après l'équinoxe de notre automne. C'eſt tout le contraire pour ceux qui habitent entre l'équateur & le pôle méridional. De ſorte que, dans cette poſition, il n'y a dans l'année que deux jours d'équinoxe, c'eſt-à-dire, deux jours égaux aux nuits, parce que l'équateur eſt ſeul coupé par l'horizon en deux parties égales, & que tous ſes paralleles ſont coupés en deux parties inégales. Il y a même, vers les pôles, des climats où quelques-uns de ces paralleles ſont tout entiers au deſſus de l'horizon, & quelques autres tout entiers au deſſous, mais placés obliquement à l'horizon.

1972. Telle eſt la durée du jour artificiel pour les différens habitans de la terre, ſi l'on n'a égard qu'à la préſence réelle du ſoleil ſur l'horizon ; mais il y a une cauſe qui alonge la durée de cette préſence ; & cette cauſe eſt la réfraction (1278), qui fait que nous voyons le diſque du ſoleil, à ſon lever & à ſon coucher, au deſſus de l'horizon, pendant qu'il eſt entiérement au deſſous. Suppo-
*Fig.* 292. ſons T (*fig.* 292.) la terre ; *t z*, l'épaiſſeur de l'athmoſphere ; S, le ſoleil placé au deſſous de l'horizon H *h* ; le rayon S *c*, partant de cet aſtre, & arrivant à la ſurface *c* de l'athmoſphere, laquelle a plus de denſité que le fluide éthéré d'où ſort le rayon, ſe réfracte au point *c*, en s'appro-

chant de la perpendiculaire *pp*, & ſe rend en *t*, où eſt placé l'Obſervateur, lequel voit le ſoleil dans la direction *ts*, qui eſt celle de l'extrémité du rayon qui eſt entré dans ſon œil : il voit donc cet aſtre plus près du zénith Z, qu'il ne l'eſt réellement.

1973. Mais comme la denſité de l'athmoſphere n'eſt pas la même par-tout, & qu'elle va en augmentant en approchant de la terre, le rayon D*a*, par exemple, doit ſouffrir pluſieurs réfractions ſucceſſives, & arriver à l'Obſervateur *t* par la courbe *abet*. Et ſi la ligne droite *td* eſt la tangente de cette courbe au point *t*, l'Obſervateur voit l'aſtre en *d* plus élevé au deſſus de l'horizon que ne l'eſt D, lieu vrai de l'aſtre.

1974. L'effet de la réfraction, pour le climat de Paris, nous fait paroître le ſoleil, lorſqu'il eſt à l'horizon, plus haut de 32 ou 33 minutes de degré qu'il ne l'eſt réellement ; d'où il ſuit qu'il paroît tout entier au deſſus de l'horizon, quoiqu'il ſoit encore tout entier au deſſous (1751).

1975. Nous venons de dire (1968) qu'on appelle *Jour artificiel*, le temps pendant lequel le ſoleil paroît au deſſus de l'horizon. Mais ſi l'on vouloit donner ce nom à tout le temps pendant lequel nous appercevons de la lumiere, la durée du jour artificiel ſeroit très-alongée par les crépuſcules.

1976. On appelle *Crépuſcule*, la lumiere que le ſoleil répand dans l'athmoſphere, quelque temps avant ſon lever, & quelque temps après ſon coucher. Il y a donc le crépuſcule du matin, communément appelé *Aurore*, & le crépuſcule du ſoir. On remarque que l'un de ces crépuſcules commence à s'appercevoir le matin, du côté de l'orient, lorſque le ſoleil eſt encore à environ 18 degrés au deſſous de l'horizon; & que l'autre ne diſparoît totalement vers le couchant, que lorſque le ſoleil eſt deſcendu d'environ 18 degrés au deſſous de l'horizon. Ainſi l'arc de 18 degrés marque l'abaiſſement du cercle crépuſculaire, c'eſt-à-dire, d'un cercle parallele à l'horizon, auquel commencent & finiſſent les crépuſcules. Mais il faut remarquer que cet arc de 18 degrés doit être pris ſur un cercle vertical, c'eſt-à-dire, ſur un grand cercle, que l'on imagine paſſer par le zénith, & couper perpendiculairement l'horizon.

1977. La lumiere du crépuſcule du matin va toujours en augmentant de plus en plus, depuis le moment où elle commence à ſe faire appercevoir juſqu'au lever du ſoleil; & celle du crépuſcule du ſoir va toujours en diminuant, depuis le coucher du ſoleil juſqu'au moment où elle diſparoît totalement. Cette lumiere eſt produite par la diſperſion des rayons ſolaires dans l'athmoſphere terreſtre, qui les réfracte & les réfléchit de toutes

Fig. 284

Fig. 286.

Fig. 285.

Fig. 288.

Fig. 287.

Benard Direxit

parts. Pour bien entendre ceci, soit T (*fig.* 293.) la terre : A A A, son athmosphère ; H H, l'horizon ; C C C, le cercle vertical sur lequel se mesure l'abaissement du soleil ; S, le soleil au dessous de l'horizon, ou avant son lever ou après son coucher. Les rayons solaires S *s*, S *s*, S *s*, S *s* sont dirigés vers les points B, B, B, B ; ils suivroient cette direction, sans la rencontre de l'athmosphere, qui, ayant plus de densité que la matiere éthérée qui est au dessus, & se présentant obliquement à ces rayons, les réfracte (1280), en les obligeant de se rapprocher de la perpendiculaire à sa surface ; de sorte qu'en suivant les loix de la réfraction (1287 & *suiv.*), ils se courbent vers *t*, *t*, *t*, *t*, & font ainsi sentir leur lumiere. A mesure que le soleil descend de plus en plus au dessous de l'horizon, il arrive moins de rayons solaires vers cette partie de l'athmosphere, ou bien ils ne s'y courbent pas assez pour arriver jusqu'à la surface de la terre. Voilà pourquoi cette lumiere va toujours en diminuant, & disparoît enfin entiérement, lorsque le soleil est abaissé de 18 degrés au dessous de l'horizon. *Fig.* 293.

1978. Il suit de ce que nous avons dit ci-dessus (1976), que la durée des crépuscules ne doit pas être égale pour tous les lieux de la terre, ni même pour le même lieu dans les différentes saisons ;

puiſque, dans certains lieux & dans certains temps, le ſoleil monte & deſcend perpendiculairement à l'horizon, tandis que, dans d'autres, ſon aſcenſion & ſa deſcente ſont obliques, & d'autant plus obliques, que ſa déclinaiſon (1910) eſt plus grande; auquel cas il lui faut plus de temps pour monter ou deſcendre d'une quantité égale à 18 degrés pris ſur un cercle vertical.

1979. Or, comme le ſoleil paroît parcourir, par heure, 15 degrés de l'équateur ou d'un de ſes paralleles (1907), on doit conclure que la durée des crépuſcules eſt de 1 heure 12 minutes, pour les endroits de la terre où le ſoleil monte & deſcend perpendiculairement à l'horizon, comme cela arrive au temps des équinoxes pour ceux qui habitent ſous l'équateur, ou, ce qui eſt la même choſe, qui ont la ſphere droite (1907), cette durée augmentant à meſure que le ſoleil s'éloigne de plus en plus de l'équateur, ou prend plus de déclinaiſon.

1980. On doit conclure auſſi que, pour ceux qui habitent entre l'équateur & l'un des pôles, c'eſt-à-dire, pour ceux qui ont la ſphere oblique (1912), la durée des crépuſcules en été eſt d'autant plus grande, que le pôle eſt plus élevé au deſſus de l'horizon, ou, ce qui eſt la même choſe, que le lieu qu'ils habitent a plus de latitude; de

ſorte

ſorte que, ſi la latitude de ce lieu eſt telle que le ſoleil, à minuit, ſoit deſcendu de moins de 18 degrés au deſſous de l'horizon, comme cela eſt, dans le climat de Paris, à la fin de Juin, le crépuſcule du ſoir n'eſt pas fini, lorſque celui du matin commence; & il n'y a point de nuit cloſe pendant ce temps-là.

1981. Il ſuit encore de là que, pour ceux qui habiteroient préciſément ſous l'un des pôles, c'eſt-à-dire, qui auroient la ſphere parallele (1928), le crépuſcule doit ſe faire appercevoir près de deux mois avant que le ſoleil paroiſſe ſur leur horizon, & qu'il doit durer encore autant de temps après que le ſoleil s'eſt couché pour eux. Dans la ſphere parallele, il n'y a donc, dans l'année, qu'environ deux mois de nuit cloſe; encore, pendant ces deux mois, a-t-on deux fois la préſence de la lune ſur l'horizon, pendant 14 $\frac{3}{4}$ jours à chaque fois.

1982. Le jour aſtronomique (1962) commence à midi du temps vrai (1966), c'eſt-à-dire, à l'inſtant où le centre du ſoleil eſt au méridien; & finit au moment où ce même centre, après une révolution entiere, arrive au même méridien. En Aſtronomie, on eſt en uſage de compter les 24 heures de ſuite d'un midi à l'autre; de ſorte qu'à 1 heure après minuit, au lieu de recommencer à compter par 1, on va de ſuite, & l'on compte 13

heures; à 2 heures après minuit, on compte 14 heures, & ainsi des autres, jusqu'à 24 heures.

1983. A l'égard du jour civil (1964), toutes les Nations n'en ont pas placé le commencement dans le même instant. Les Babyloniens commençoient à compter le leur du lever du soleil; de sorte que c'étoit alors que commençoit la premiere heure de leur jour. Les Juifs & les Athéniens le comptoient du coucher du soleil; ce qui est encore aujourd'hui en usage parmi les Italiens. Ces deux époques sont assez incommodes, puisqu'elles varient tous les jours. Tous les autres Etats Catholiques commencent leur jour à minuit.

1984. Sept jours composent une semaine: les noms de ces jours viennent de ceux des principales planetes auxquelles les anciens Astronomes les avoient consacrés. Ainsi le *Samedi*, qui chez eux étoit le premier, étoit consacré à *Saturne*; le *Dimanche*, au *Soleil*; le *Lundi*, à la *Lune*; le *Mardi*, à *Mars*; le *Mercredi*, à *Mercure*; le *Jeudi*, à *Jupiter*, & le *Vendredi*, à *Vénus*.

1985. Mais on voit que les Anciens, en nommant ainsi les jours de la semaine, n'avoient pas suivi la disposition des orbes des planetes. Car regardant, comme ils le faisoient, la terre comme

immobile au centre de l'Univers, & tous les aſtres tournant chaque jour autour d'elle, ils rangeoient les planetes ſuivant cet ordre : Saturne, Jupiter, Mars, le Soleil, Vénus, Mercure, & la Lune (1689). Si donc ils avoient ſuivi cet ordre, comme cela paroiſſoit naturel, en donnant à chaque jour de la ſemaine le nom d'une des planetes, ces jours auroient été diſpoſés de la maniere ſuivante : Samedi, Jeudi, Mardi, Dimanche, Vendredi, Mercredi, Lundi. Qu'eſt-ce donc qui les a déterminés à les ranger tout autrement? Voici ce qu'on peut répondre à cette queſtion.

1986. Les Anciens ayant mis, non ſeulement les jours, mais même les heures de chaque jour ſous la domination de quelque planete, il eſt naturel de penſer que chaque jour prenoit le nom de la planete qui commandoit à ſa premiere heure. De cette façon, ce qui nous paroît une ſorte de dérangement, ſera un ordre très-réglé; car on aura appelé le jour de Saturne, qui eſt notre Samedi, celui dont la premiere heure étoit ſous la domination de Saturne; les ſix heures ſuivantes ſe trouvant ſous la domination des ſix autres planetes, la huitieme heure, la quinzieme & la vingt-deuxieme, revenoient encore, en ſuivant toujours le même ordre, ſous le pouvoir de Saturne; la vingt-troiſieme, ſous celui de Jupiter; & la vingt-quatrieme, ſous la domination de Mars. La pre-

miere heure du jour ſuivant, qui eſt notre Dimanche, ſe trouvoit donc commandée par le Soleil, qui lui donnoit ſon nom, ainſi qu'aux huitieme, quinzieme & vingt-deuxieme ; la vingt-troiſieme étant ſoumiſe à Vénus, & la vingt-quatrieme à Mercure. La premiere du troiſieme jour, qui eſt notre Lundi, étoit donc ſous le pouvoir de la Lune; & ainſi des autres.

1987. On peut donc voir tout d'un coup l'arrangement actuel des jours de la ſemaine, en prenant les planetes de façon qu'on en laiſſe toujours deux entre celles qu'on fait ſuivre immédiatement, c'eſt-à-dire, qu'on paſſe de la premiere à la quatrieme ; après quoi, de la quatrieme à la ſeptieme; retournant enſuite de la ſeptieme à la troiſieme, &c. comme on le voit ci-après.

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Saturne. | 1 Samedi. | 1 Saturne. | Samedi. |
| 2 Jupiter. | 6 Jeudi. | 4 Le Soleil. | Dimanche. |
| 3 Mars. | 4 Mardi. | 7 La Lune. | Lundi. |
| 4 Le Soleil. | 2 Dimanche. | 3 Mars. | Mardi. |
| 5 Vénus. | 7 Vendredi. | 6 Mercure. | Mercredi. |
| 6 Mercure. | 5 Mercredi. | 2 Jupiter. | Jeudi. |
| 7 La Lune. | 3 Lundi. | 5 Vénus. | Vendredi. |

1988. Quatre ſemaines plus 2 jours & environ $\frac{17}{16}$ compoſent un mois ſolaire moyen, qui eſt le temps pendant lequel le ſoleil nous paroît par-

courir un ſigne ou la douzieme partie du Zodiaque.

1989. Douze mois compoſent une année, qui eſt le temps que la terre emploie à faire une révolution entiere dans ſon orbite (1802); pendant lequel temps le ſoleil nous paroît parcourir les douze ſignes du Zodiaque. On voit, par la durée que nous avons aſſignée à chaque mois (1988), que l'année eſt compoſée de 365 jours & environ $\frac{1}{4}$. On ne l'avoit d'abord évaluée qu'à 365 jours; mais comme, tandis que la terre fait une révolution entiere dans ſon orbite, elle fait, relativement au ſoleil, 365 tours & à peu près $\frac{1}{4}$ ſur ſon axe, ce qui compoſe l'année de 365 jours & environ 6 heures, on reconnut aſſez promptement que les équinoxes reculoient tous les 4 ans d'un jour, à peu de choſe près. Pour remédier à cet inconvénient, on convint d'employer ces 6 heures excédantes, en faiſant tous les 4 ans une année compoſée d'un jour de plus que les autres; de ſorte que cette quatrieme année eſt de 366 jours.

1990. Les années de 365 jours ſont nommées *années communes*; & celle de 366 jours eſt appelée *année biſſextile*, parce que le jour ajouté à cette quatrieme année, a été placé immédiatement avant le 24 Février, qui, ſuivant la manier

de compter des Romains, étoit le *ſixieme* avant les Kalendes de Mars : il y a donc cette année-là *deux fois ce ſixieme*; c'eſt pourquoi ce jour intercallé, qui devient lui-même alors le 24 Février, a été nommé *Bis ſexte*; & l'année dans laquelle il ſe trouve, s'appelle, pour cette raiſon, *Biſſextile.*

1991. L'année n'eſt pas tout-à-fait de 365 jours 6 heures, mais ſeulement de 365 jours 5 heures 48 minutes 45½ ſecondes (1802). On employoit donc tous les ans, en ajoutant le bis-ſexte à la quatrieme année, 11 minutes 14½ ſecondes de trop. Cette quantité, quoique très-petite, étant répétée pendant un grand nombre d'années, devint enfin très-conſidérable; de ſorte que, vers la fin du ſeizieme ſiecle, ſous le Pontificat de *Grégoire XIII*, les équinoxes ſe trouvoient avancés de 10 jours; c'eſt-à-dire que l'équinoxe du printemps, au lieu de tomber au 20 Mars, tomboit au 10 du même mois. Cet avancement, qui auroit toujours été en augmentant, ſi l'on n'y eût pas remédié, auroit pu cauſer beaucoup de dérangement dans l'Office Eccléſiaſtique. C'eſt pourquoi Grégoire XIII, après avoir conſulté d'habiles Aſtronomes, fit retrancher ces 10 jours. Et afin de prévenir les erreurs que l'avenir auroit infailliblement cauſées, après avoir calculé que ce qu'on

Fig. 289.

Fig. 291.

Fig. 290

$72\frac{1}{3}$ degrés

$64\frac{2}{3}$ degrés

Horizon

Fig. 292.

Benard Direxit.

employoit de trop chaque année, formoit un jour entier au bout d'environ 133 ans, on convint d'omettre trois bis-sextes dans le cours de 400 ans. C'est-là ce qu'on appelle la *Réforme du Calendrier.* Cet arrangement a déjà eu lieu; puisque l'année 1700 n'a point été bissextile, les années 1800 & 1900 ne le seront pas non plus; mais l'année 2000 le sera, & ainsi de suite.

1992. Comme les 11 minutes 14 $\frac{1}{2}$ secondes, que l'on emploie de trop chaque année, composent un jour au bout de 128 ans, au lieu de 133, cela fera un jour d'erreur au bout de 3200 ans, c'est-à-dire, vers l'an 4800. Il faudra donc alors retrancher un bissexte de plus.

## *De la Lune.*

1993. La lune est de toutes les planetes celle qui est la plus proche de la terre, & qui a, par rapport à elle, le mouvement le plus prompt; puisque sa révolution autour de la terre s'acheve dans l'intervalle de moins d'un mois (1875 & 1876); pendant lequel temps elle se trouve une fois en conjonction (1825) avec le soleil, & une fois en opposition (1826).

1994. Tandis que la terre parcourt un peu moins de la douzieme partie de son orbite, ou un peu moins d'un signe du Zodiaque, la lune

fait une révolution entiere autour d'elle; elle parcourt par conséquent le Zodiaque (1719) entier en moins d'un mois; d'où il suit qu'elle va & revient en pareil temps d'un tropique à l'autre, en passant deux fois sur l'équateur; & qu'elle a une déclinaison (1910) tantôt septentrionale, tantôt méridionale, laquelle est plus ou moins grande, suivant qu'elle est plus ou moins éloignée de l'équateur.

1995. La lune n'ayant d'autre lumiere que celle qu'elle reçoit du soleil, il s'ensuit qu'elle n'a jamais que la moitié de sa surface éclairée; car elle n'en peut pas présenter davantage au soleil. Ainsi, suivant qu'elle est située, par rapport au Spectateur placé sur la terre, elle doit lui présenter plus ou moins de cette moitié éclairée. Ce sont ces différentes apparences ou illuminations que l'on appelle ses *Phases* (1832).

1996. Quand le Spectateur est placé entre le soleil & la lune, comme, par exemple, si la lune
*Fig.* 294. est en L (*fig.* 294.), le soleil en S, & le Spectateur placé sur la terre T, la moitié éclairée de la lune paroît toute entiere; & l'on dit alors que la lune est *pleine*. A mesure qu'elle s'approche du Soleil S, elle ne présente qu'une partie de cette moitié, laquelle partie, lorsque la lune est en P, est réduite à la moitié de cette moitié; & l'on dit alors

que la lune eſt dans ſon *dernier quartier*; ce qu'on appelle auſſi *quadrature*. Enſuite cette partie éclairée, préſentée au Spectateur, va toujours en diminuant, juſqu'au point de n'être plus viſible pour lui, la lune ſe trouvant alors placée entre le ſoleil & la terre, comme en N; & l'on appelle cette phaſe *nouvelle lune*. La lune s'éloigne de nouveau du ſoleil, & recommence à préſenter une portion de ſa partie éclairée; lorſqu'elle eſt en Q, on dit qu'elle eſt dans ſon *premier quartier*. Cette portion éclairée, viſible pour le Spectateur, va toujours en augmentant, juſqu'à ce qu'enfin la lune étant arrivée en L, elle préſente en entier ſa moitié éclairée, & eſt encore dite être *pleine*.

1997. Lorſque la lune eſt placée entre les quatre points Q, L, P, N, que nous venons de nommer (1996), & à la moitié de la diſtance de chacun d'eux, c'eſt-à-dire, à 45 ou à 135 degrés du ſoleil, de part ou d'autre, on dit qu'elle eſt dans ſes *octans*. Dans le premier A & dans le quatrieme D, elle ne nous préſente que la huitieme partie de ſa ſurface éclairée; & dans le ſecond B & le troiſieme C, elle nous en préſente les trois huitiemes.

1998. Dans les phaſes A, Q, B, qui ſe trouvent entre la nouvelle lune N & la pleine lune L,

la convexité de la partie éclairée eſt tournée vers l'occident ; & dans celles C, P, D, qui ſe trouvent entre la pleine lune L & la nouvelle lune N, cette convexité eſt tournée vers l'orient.

1999. Vers le premier octant A & le quatrieme D, la portion éclairée que nous préſente la lune, a la forme d'un croiſſant. On voit alors aſſez diſtinctement le reſte du corps de la lune. Cette apparence eſt produite par la lumiere du ſoleil réfléchie vers la lune par la ſurface de la terre ; car de même que nous avons *clair de lune*, la lune a auſſi *clair de terre*, & avec des phaſes ſemblables.

2000. Nous avons dit ci-devant (1875) que la durée de la révolution de la lune autour de la terre, relativement à un point fixe dans le ciel, eſt de 27 jours 7 heures 43 minutes 11 ſecondes 36 tierces ; c'eſt ce qu'on appelle ſon *mois périodique*. Mais le temps qui s'écoule entre deux de ſes conjonctions avec le ſoleil, eſt de 29 jours 12 heures 44 minutes 3 ſecondes 20 tierces ; & c'eſt-là ce qu'on appelle ſon *mois ſynodique* ou une *lunaiſon*. La différence des durées de ces deux révolutions vient de ce que, pendant une révolution ſynodique de la lune, la terre avance d'environ 29 degrés dans l'écliptique ; il faut donc que la lune parcoure un arc d'environ 29 degrés de plus que ſon tour entier, pour rejoindre le

ſoleil; or il lui faut pour cela 2 jours 5 heures 0 minute 51 ſecondes 44 tierces; ce qui, joint à la durée du mois périodique, forme celle du mois ſynodique ou de la lunaiſon.

2001. La rotation de la terre ſur ſon axe d'occident en orient (1818), occaſionne une révolution journaliere apparente de la lune autour de la terre d'orient en occident; ce qui rend raiſon du lever & du coucher de la lune chaque jour: & c'eſt ce qu'on appelle *jour lunaire*.

2002. Mais pendant cette révolution journaliere apparente de la lune autour de la terre, d'orient en occident, elle avance réellement dans ſon orbite d'environ 13 degrés d'occident en orient (1881); ce qui fait que, chaque jour, ſon lever & ſon coucher, ainſi que ſon paſſage au méridien, ſont retardés d'une quantité de temps qui varie, mais dont le terme moyen eſt 49 minutes. Car on conçoit bien que, pour que la lune ſe retrouve au méridien d'un même lieu après une révolution entiere, il faut que la terre, en tournant ſur ſon axe, parcoure environ 13 degrés de plus que ſon tour entier. C'eſt le temps néceſſaire pour parcourir ces 13 degrés de plus, qui forme le retard du paſſage de la lune au méridien, ainſi que de ſon lever & de ſon coucher.

2003. Nous avons dit ci-devant (1892) que la lune tourne ſur ſon axe d'occident en orient, &

qu'elle emploie à faire cette révolution autant de temps qu'elle en emploie à faire sa révolution périodique (1875) autour de la terre : il suit de cet accord, qu'elle nous présente toujours la même partie de sa surface. En effet, il est impossible qu'un homme, par exemple, parcoure la circonférence d'un cercle, en tenant constamment le visage tourné vers le centre, sans faire en même temps un tour sur lui-même. Cependant on observe dans la lune une espece de balancement qui occasionne un petit changement dans la situation de ses taches ; car elles paroissent alternativement plus ou moins éloignées du bord septentrional & du bord occidental du disque lunaire. C'est cette espece de balancement que l'on appelle *libration.*

2004. On observe trois sortes de librations ; savoir, la *libration diurne*, la *libration en longitude*, & la *libration en latitude.*

2005. La libration diurne est égale à la parallaxe (1692) horizontale de la lune. Puisque cette planete nous présente toujours à peu près la même face (2003), il suit qu'un Observateur, qui, du
*Fig.* 295. centre T (*fig.* 295.) de la terre, regarderoit la lune L, verroit, pendant tout le jour, le même disque de la lune terminé par la même circonférence, au moins à si peu de chose près, que la différence ne seroit pas sensible. Mais l'Observateur

étant placé à la ſurface O de la terre, le rayon mené au centre du globe lunaire L, ne paſſe pas pendant tout le jour au même point de la ſurface de la lune; & ce rayon ne paſſeroit par la ligne T L des centres, que dans le cas où la lune ſeroit au zénith; car alors T O Z ſeroit ce rayon. Lors donc que la lune ſe leve, le point *i* de ſa ſurface, où tombe le rayon viſuel O *i*, qui tend à ſon centre, eſt plus haut que le point *e* où paſſe la ligne T *e* L des centres. Par conſéquent l'on voit alors une portion de l'hémiſphere occidental *c* de la lune, que l'on ne verroit pas du centre T de la terre; & l'on perd, en même temps, de vue une égale portion de l'hémiſphere oriental *r*, que l'on verroit du centre T de la terre. Par la même raiſon, lorſque la lune ſe couche, l'on voit une portion de ſon hémiſphere oriental, qu'on ne verroit pas du centre de la terre; & l'on perd, en même temps, de vue une égale portion de ſon hémiſphere occidental, que l'on verroit du centre de la terre. Voilà ce qui occaſionne la libration diurne.

2006. La libration en longitude vient des inégalités du mouvement de la lune dans ſon orbite, qui, ſuivant la troiſieme loi de *Kepler* (1762), va d'autant plus vîte, qu'elle eſt plus près de ſon périgée. Le mouvement de rotation de la lune ſur

ſon axe eſt uniforme (57); de ſorte que, pendant le quart du temps qu'elle emploie à faire cette révolution, elle fait exactement le quart d'un tour ſur ſon axe. Mais, quoiqu'elle emploie le même temps à parcourir ſon orbite, qu'à tourner ſur ſon axe (1892), pendant le quart de ce temps-là, elle ne parcourt pas exactement le quart de ſon orbite; elle en parcourt ou un peu plus ou un peu moins du quart, ſuivant qu'elle ſe trouve vers ſon périgée ou vers ſon apogée. Ces inégalités dans ſon mouvement ſont cauſe que nous découvrons, tantôt vers ſa partie orientale, tantôt vers ſa partie occidentale, des portions de ſa ſurface que nous ne voyions pas auparavant. C'eſt-là ce qu'on appelle *libration en longitude*. Cette libration eſt nulle deux fois chaque mois périodique, ſavoir, quand la lune eſt dans ſon apogée & dans ſon périgée.

2007. La libration en latitude vient de l'inclinaiſon de l'axe de la lune, au plan de ſon orbite & à celui de l'écliptique. L'axe de la lune, &, par conſéquent, ſon équateur, ſont inclinés au plan de ſon orbite d'environ $7\frac{1}{2}$ degrés; & au plan de l'écliptique, d'environ $2\frac{1}{2}$ degrés, ſuivant *Caſſini*. Cela fait que tantôt l'un, tantôt l'autre de ſes pôles s'incline vers la terre, comme les pôles de la terre s'inclinent vers le ſoleil (1937 & 1938). La

lune doit donc paroître ſe balancer, & nous montrer alternativement une plus ou moins grande partie de chacun de ſes pôles. Car lorſqu'elle a une latitude (1793) ſeptentrionale, c'eſt-à-dire, lorſqu'elle eſt diſtante de l'écliptique du côté du nord, nous voyons une portion de ſon hémiſphere auſtral, que nous ne voyons pas lorſqu'elle a une latitude méridionale, ou qu'elle eſt diſtante de l'écliptique du côté du midi. Au contraire, lorſqu'elle a une latitude méridionale, nous voyons une portion de ſon hémiſphere boréal, que nous ne voyons pas lorſqu'elle a une latitude ſeptentrionale. La libration en latitude eſt la plus grande qu'il eſt poſſible, lorſque la lune eſt dans ſes plus grandes latitudes; & elle eſt nulle, lorſque la lune eſt dans ſes nœuds (1814).

2008. Pendant une de nos années, la lune fait 13 tours & un peu plus de $\frac{1}{3}$ ſur ſon axe; mais chaque révolution de la lune ſur ſon axe forme un jour pour elle; car pendant chacune de ces révolutions, le ſoleil éclaire ſucceſſivement toutes les parties de ſa ſurface : d'où il ſuit que, pendant une de nos années, il n'y a, pour les habitans de la lune, ſi elle en a, que 13 jours & un peu plus d'un tiers.

### *Des Eclipses.*

2009. Nous avons dit ci-dessus (1993) qu'en moins d'un mois la lune se trouve une fois en conjonction avec le soleil, & une fois en opposition; savoir, en conjonction, lorsque la lune est placée en N (*fig.* 294.) entre le soleil S & la terre T; & en opposition, lorsque la lune est en L, de maniere que la terre T se trouve placée entre elle & le soleil S. Il sembleroit que, dans le premier cas, la lune devroit nous cacher la lumiere du soleil; & que, dans le second, la terre devroit empêcher la lumiere de cet astre de parvenir jusqu'à la lune : ce qui devroit occasionner autant d'éclipses. Cependant les nouvelles & pleines lunes se passent souvent sans éclipses; & lorsqu'il y en a, ce n'est pas toujours de la même quantité, ni par le même bord du disque (2027). En voici les raisons.

*Fig.* 294.

2010. 1°. L'orbite de la lune est inclinée d'un peu plus de 5 degrés au plan de l'écliptique (1868). Lorsque la lune, dans le moment de sa conjonction ou de son opposition avec le soleil, se trouve dans quelque point de son orbite un peu éloigné de ceux dans lesquels cette orbite coupe l'écliptique, & que l'on appelle ses *nœuds* (1814), elle a assez de latitude (1793) pour que, dans sa conjonction, la lumiere du soleil puisse arriver

jusqu'à

jusqu'à la terre, en passant ou par-dessus ou par-dessous la lune : ou pour que, dans son opposition, la lumiere du soleil puisse arriver jusqu'à elle, en passant ou par-dessus ou par-dessous la terre ; & alors il n'y a point d'éclipses. Mais si la lune se trouve dans son nœud ou près de son nœud, dans sa conjonction, elle nous dérobe la lumiere du soleil ; & cet astre paroît éclipsé : dans son opposition, la terre empêche la lumiere du soleil d'arriver jusqu'à elle ; & elle paroît éclipsée.

2011. 2°. Les nœuds de l'orbite de la lune ont un mouvement progressif, qui les fait changer de place (1886). Si ces nœuds répondoient constamment aux mêmes points du ciel, les éclipses, soit de soleil, soit de lune, ne pourroient avoir lieu que dans les mêmes mois & dans les mêmes jours ; ce qui n'arrive pas.

2012. L'inclinaison de l'orbite de la lune au plan de l'écliptique, & le mouvement progressif de ses nœuds, rendent donc les éclipses possibles, en en diminuant la fréquence.

2013. On observe trois principales sortes d'éclipses ; savoir, les éclipses de lune, les éclipses de soleil, & les éclipses des satellites de Jupiter. Il arrive aussi très-souvent que les étoiles sont éclipsées par la lune ou par quelque autre planete : & les planetes s'éclipsent les unes les autres.

2014. L'*éclipse de lune* ne peut avoir lieu que dans les pleines lunes (1996), c'est-à-dire, lorsque la lune est en opposition avec le soleil, & que de plus la lune se trouve ou dans l'un de ses nœuds (1814), ou près de ce nœud. Supposons que la ligne EE (*fig.* 295.) est une portion de l'écliptique. Comme le centre de la terre ne sort jamais de cette ligne (1793), le centre de son ombre s'y trouve toujours; ainsi cette ombre est représentée par les taches noires & circulaires A, B, C, D, qui sont coupées diamétralement par l'écliptique E E. Ce sont comme des sections perpendiculaires à l'axe du cône d'ombre (1198) que forme la terre, qu'on doit supposer en devant de la figure, ayant le soleil derriere elle; ainsi qu'on le peut voir *figure* 298, où DEC est le cône d'ombre; T, la terre; S, le soleil. Supposons encore que la ligne LL (*fig.* 296.) est une portion de l'orbite de la lune, qui coupe l'écliptique EE au point N appelé *nœud*, faisant avec elle un angle d'un peu plus de 5 degrés (1868). Si, au moment de son opposition, la lune se trouve au point F de son orbite, elle sera trop éloignée de son nœud, qui est en N; elle aura trop de latitude (1793), pour pouvoir atteindre le cône d'ombre; elle demeurera éclairée; & il n'y aura point d'éclipse. Mais si elle se trouve au point G, ayant moins de latitude, une portion de

*Fig.* 296.

*Fig.* 298.

*Fig.* 296.

son disque sera plongée dans l'ombre, & par-là privée de lumiere : il y aura donc une éclipse, mais seulement partiale, & qui seroit plus grande, si la lune étoit plus près de son nœud, comme au point H. Enfin, si, au moment de l'opposition, la lune se trouve précisément dans son nœud N, l'éclipse sera non seulement totale, mais centrale, & même avec demeure; car le centre de la lune répondra au centre ou à l'axe du cône d'ombre formé par la terre; & ce cône d'ombre DEC (*fig.* 298.) occupant, dans l'orbite de la lune, un espace FG ou *fg* plus grand que le diametre de la lune L ou M, il faudra à cette planete, pour le traverser, un temps d'autant plus long, que le diametre de l'ombre excédera davantage celui de la lune. C'est-là ce qui cause la demeure de cette planete dans l'ombre. *Fig.* 298.

2015. Le cas le plus favorable, pour que cette demeure soit la plus longue possible, c'est que le soleil S soit apogée (1749), & la lune L périgée (1871); car alors le cône de l'ombre est le plus grand qu'il puisse être : & la lune se trouvant dans le point L de son orbite qui est le plus rapproché de la terre, se trouve aussi traverser l'ombre dans l'endroit où cette ombre a le plus grand diametre FG que la lune puisse atteindre; au lieu que, lorsque la lune M est apogée, elle traverse le cône d'ombre plus près de son sommet C, & par

conſéquent dans un endroit $fg$, où cette ombre eſt plus étroite.

2016. Lorſque la lune eſt totalement éclipſée, elle ne ceſſe pas toujours pour cela d'être viſible. Elle paroît ordinairement ſous une couleur de cuivre rouge, ou d'un fer ardent qui commence à s'éteindre. Cet effet vient des rayons ſolaires, qui ſe réfractent dans l'athmoſphere terreſtre (1977), & qui, ſe croiſant, après s'être réfractés, vont illuminer foiblement la lune, qui ne reçoit plus les rayons directs. Cette lumiere eſt foible, parce qu'elle eſt en petite quantité ; & elle approche du rouge, parce qu'il n'y a guere que les rayons propres à produire cette couleur, qui aient la force de percer entiérement notre athmoſphere en pareille circonſtance (1492, 1716).

2017. Cette couleur, ſous laquelle paroît la lune en pareil cas, varie conſidérablement dans les différentes éclipſes ; elle eſt d'autant plus obſcure, que la lune L eſt plus proche de la terre dans le moment de l'éclipſe ; parce qu'alors les rayons, rompus par l'athmoſphere, ne parviennent pas jusqu'au centre de l'ombre ou à l'axe du cône, à cauſe de ſa largeur. On a même vu des éclipſes, où la lune diſparoiſſoit entiérement ; mais cela eſt fort rare.

2018. La lune commence toujours à s'éclipſer par ſon bord oriental O : cela vient de ce qu'elle

chemine plus vîte dans son orbite, que le soleil ne paroît cheminer dans l'écliptique; en conséquence elle doit rencontrer l'ombre de la terre suivant la direction de son mouvement GF, laquelle est d'occident en orient.

2019. La terre étant beaucoup plus grosse que la lune (1860), son ombre forme aussi un cône beaucoup plus gros que celui de l'ombre lunaire, & dont le sommet C s'étend bien au delà de l'orbite de la lune. C'est pourquoi une éclipse de lune s'apperçoit de tous les endroits DHE de la terre où cette planete seroit visible, si elle n'étoit point éclipsée. Il n'en est pas de même d'une éclipse de soleil (2027).

2020. L'*éclipse de soleil* ne peut avoir lieu que dans les nouvelles lunes (1996), c'est-à-dire, lorsque la lune est en conjonction avec le soleil, & que de plus la lune se trouve dans l'un de ses nœuds (1814), ou fort près de ce nœud. Supposons que la ligne EE (*fig.* 297.) est une portion de l'écliptique : comme le centre du soleil ne sort jamais de cette ligne (1746), en quelque point de cette ligne qu'on le suppose, on doit concevoir qu'elle le coupe diamétralement. Supposons encore que la ligne LL est une portion de l'orbite de la lune, qui coupe l'écliptique EE au point N appelé *nœud*, faisant avec elle un angle d'un peu plus de 5 degrés (1868). Si, au moment de sa *Fig.* 297.

conjonction, la lune se trouve au point F de son orbite, elle sera trop éloignée de son nœud qui est en N; elle aura trop de latitude (1793), pour pouvoir nous cacher le soleil; il n'y aura donc point d'éclipse. Mais si elle se trouve au point G, ayant moins de latitude, elle nous cachera une portion du disque du soleil; & il y aura une éclipse partiale, qui seroit encore plus grande, si la lune étoit plus près de son nœud, comme au point H. Enfin, si, au moment de la conjonction, la lune se trouve précisément dans son nœud N, l'éclipse sera centrale; car le centre de la lune répondra au centre du soleil.

*Fig.* 299. 2021. Et si le diametre apparent AB (*fig.* 299.) du soleil S est plus grand que le diametre apparent QR de la lune L, il excédera & formera autour de la lune un anneau ou une couronne lumineuse; & l'éclipse sera annulaire. Cet anneau de lumiere sera d'autant plus large, qu'il y aura une plus grande différence entre les diametres apparens du soleil & de la lune.

2022. Mais si le diametre apparent NO
*Fig.* 300. (*fig.* 300.) de la lune L est aussi grand ou plus grand que le diametre apparent AB du soleil S, cet astre paroîtra entiérement couvert par la lune: l'éclipse sera totale, & avec demeure d'autant plus longue, que le diametre apparent de la lune excédera davantage celui du soleil.

2023. Pour qu'une éclipſe de ſoleil ſoit annulaire (2021), le cas le plus favorable eſt que le ſoleil ſoit périgée (1749), & la lune apogée (1871). Et pour qu'elle ſoit totale (2022), le cas le plus favorable eſt que le ſoleil ſoit apogée, & la lune périgée : elle eſt même alors avec la plus grande demeure; c'eſt-à-dire que c'eſt le cas où le diſque entier du ſoleil eſt le plus long-temps caché, mais ce temps n'eſt jamais que de quelques minutes au plus.

2024. Le mouvement de la lune étant plus prompt que celui du ſoleil, & les mouvemens de l'un & de l'autre étant dirigés d'occident en orient, c'eſt-à-dire, celui de la lune de R en Q (*fig.* 299.) & de O en N (*fig.* 300.), & celui du ſoleil de B en A, c'eſt auſſi dans ce ſens que la lune gagne le ſoleil de vîteſſe. Voilà la raiſon pour laquelle le ſoleil commence toujours à s'éclipſer par ſon bord occidental B. *Fig.* 299. *Fig.* 300.

2025. A proprement parler, ce n'eſt point le ſoleil qui eſt éclipſé; c'eſt plutôt la terre, ſur la ſurface de laquelle tombe l'ombre de la lune; mais il eſt d'uſage d'appeler cette éclipſe de terre *une éclipſe de ſoleil.*

2026. Comme la lune eſt beaucoup plus petite que la terre (1860), ſon ombre forme auſſi un cône NOC bien moins gros; de ſorte que, dans toutes les éclipſes de ſoleil, il n'y a jamais qu'une petite portion DEC de la terre qui ſoit dans

l'ombre. De plus, ce cône d'ombre Q R C
Fig. 299. (*fig.* 299.) eſt ſi court, qu'il arrive ſouvent que ſon ſommet C n'atteint pas juſqu'à la ſurface D de la terre T, comme dans les éclipſes annulaires (2021). De là il arrive deux choſes remarquables.

2027. 1°. Qu'une éclipſe de ſoleil, fût-elle centrale (2020), n'eſt pas viſible pour toutes les
Fig. 300. parties PDEQ (*fig.* 300.) de la terre qui doivent être alors éclairées par cet aſtre; & que celles-là mêmes qui l'apperçoivent, ne voient pas le ſoleil éclipſé de la même quantité, ni par le même bord du diſque. Car ceux qui ſont en F, ne voient éclipſée que la partie I B du ſoleil; & ceux qui ſont en G, ne voient éclipſée que la partie K A du même aſtre. Au lieu qu'une éclipſe de lune, par la raiſon contraire, s'apperçoit par-tout où cette planete ſeroit viſible, ſi elle n'étoit point éclipſée (2019). C'eſt ce qui rend les éclipſes de ſoleil beaucoup plus rares que celles de lune pour un lieu déterminé.

2028. 2°. Que, dans les éclipſes annulaires (2021), l'anneau lumineux qui entoure le diſque de la lune, ne dure que quelques minutes pour le même lieu; parce que, pour le voir parfaitement, il faut avoir l'œil dans l'axe prolongé C D (*fig.*
Fig. 299. 299.) de l'ombre lunaire, lequel axe chemine auſſi vîte que le mouvement de la lune ſurpaſſe en vîteſſe celui du ſoleil.

2029. C'eſt un ſpectacle aſſez ſingulier que celui d'une éclipſe totale de ſoleil. L'obſcurité y eſt ſubite, &, pour ainſi dire, plus grande que celle de la nuit la plus noire. On ne voit pas où pouvoir mettre le pied ; & les oiſeaux retombent vers la terre, par l'effroi que leur cauſe une obſcurité ſi complette. On apperçoit les étoiles & les planetes auſſi diſtinctement que dans la plus belle nuit d'hiver. On voit la lumiere zodiacale (1959) mieux qu'en aucun autre inſtant. Mais la premiere petite partie du ſoleil qui ſe découvre, lance un trait de lumiere ſubit & très-vif, qui paroît diſſiper l'obſcurité entiere.

2030. Dans chaque éclipſe, ſoit de lune, ſoit de ſoleil, il y a principalement trois choſes à obſerver ; ſavoir, le commencement, le milieu, & la fin. On prend toutes les précautions néceſſaires pour avoir l'heure exacte de chacune de ces trois phaſes. Dans les éclipſes qui ſont totales, on a encore deux autres phaſes à obſerver, qui ſont l'immerſion totale & le commencement de l'émerſion. Dans les éclipſes totales, il y a donc cinq phaſes à obſerver ; ſavoir, le commencement de l'immerſion, qui eſt le commencement de l'éclipſe ; l'immerſion totale ; le milieu de l'éclipſe ; le commencement de l'émerſion, & l'émerſion totale, qui eſt la fin de l'éclipſe.

2031. Il y a encore, dans chaque éclipſe; une choſe à obſerver; c'eſt ſa grandeur, c'eſt-à-dire, la portion de l'aſtre éclipſé qui eſt couverte par l'ombre. Pour meſurer cette grandeur, on ſuppoſe qu'on a diviſé en 12 parties égales, qu'on nomme *doigts*, la largeur de l'aſtre éclipſé, ou plutôt celui de ſes diametres qui coupe l'ombre, ou qui, étant prolongé, la couperoit par ſon centre au moment même du milieu de l'éclipſe; puis en comptant combien de ces parties ſont couvertes par l'ombre, on dit telle éclipſe a été de 2, de 4, de 7, de 10 doigts, &c. Et pour avoir cette quantité, voici la regle générale : *La partie éclipſée eſt égale à la ſomme des demi-diametres de l'aſtre & de l'ombre, moins la plus courte diſtance des centres de l'ombre & de l'aſtre.*

2032. Dans les éclipſes de lune, qui ſont totales, on dit ſouvent que la grandeur de l'éclipſe eſt de plus de 12 doigts, quoique le diametre de la lune n'en contienne que ce nombre; ce qui a lieu lorſque le corps de la lune eſt plongé dans l'ombre plus qu'il ne ſeroit néceſſaire pour qu'elle fût entiérement éclipſée. La raiſon de cela eſt qu'on y comprend la partie de l'ombre qui ſurpaſſe le bord de la lune; & la regle ci-deſſus (2031) donne cette quantité. On comprend donc ſous le nom de *partie éclipſée*, toute la quantité qui ſeroit éclipſée en effet, ſi la lune avoit un

aſſez grand diametre pour s'étendre juſqu'au bord de l'ombre.

2033. Les éclipſes des ſatellites de Jupiter ont lieu à toutes leurs révolutions, pour les raiſons que nous avons dites ci-deſſus (1890). Il y a principalement deux choſes à obſerver dans ces éclipſes; ſavoir, l'immerſion du ſatellite dans l'ombre, & ſon émerſion.



# CHAPITRE XVII.

## *Du Flux & Reflux.*

2034. ON appelle *flux & reflux*, un mouvement journalier, régulier & périodique d'élévation & d'abaiſſement alternatifs, qu'on obſerve dans les eaux de la mer.

2035. Dans les mers vaſtes & profondes, on remarque que l'Océan monte & deſcend alternativement deux fois par jour. Les eaux, pendant environ ſix heures, s'élevent & s'étendent ſur les rivages; c'eſt ce qu'on appelle le *flux*: elles reſtent un très-petit eſpace de temps, c'eſt-à-dire, quelques minutes dans cet état de repos; après quoi elles deſcendent durant environ ſix autres heures; ce qui forme le *reflux*: au bout de ces ſix heures & d'un très-petit temps de repos (2068), elles remontent de nouveau, & ainſi de ſuite (2057, 2065).

2036. Pendant le flux, les eaux des fleuves s'enflent & remontent près de leur embouchure; ce qui vient évidemment de ce qu'elles ſont refoulées par les eaux de la mer. Pendant le reflux, les eaux de ces mêmes fleuves recommencent à couler (2083).

*Fig. 293.*

*Fig. 295.*

*Fig. 294.*

*Fig. 296.*

*Fig. 297.*

*Benard Direxit.*

2037. On a désigné le flux & reflux par le seul mot de *marée*, dont nous nous servirons souvent dans ce Chapitre. Le moment où finit le flux, lorsque les eaux sont stationnaires, s'appelle *la haute mer* : la fin du reflux s'appelle la *basse mer*.

2038. Dans tous les endroits où le mouvement des eaux n'est pas retardé par des isles, des caps, des détroits, ou par d'autres semblables obstacles, on observe à la marée trois périodes : la période journaliere, la période menstruelle, la période annuelle.

2039. La période journaliere moyenne est de 24 heures 49 minutes, pendant lesquelles le flux arrive deux fois, & le reflux deux fois ; & cet intervalle de 24 heures 49 minutes est le temps que la lune met à faire sa moyenne révolution journaliere apparente autour de la terre (2001), ou, pour parler plus exactement, c'est le temps qui s'écoule entre son passage par le méridien & son retour au même méridien.

2040. Dans la période journaliere on observe encore, 1°. que la haute mer arrive aux rades orientales plutôt qu'aux rades occidentales (2069).

2041. 2°. Qu'entre les deux tropiques, la mer paroît aller de l'est à l'ouest (2070).

2042. 3°. Que dans la zone torride, à moins de quelque obstacle particulier, la haute mer

arrive en même temps aux endroits qui ſont ſous le même méridien : au lieu que dans les zones tempérées, elle arrive plutôt à une moindre latitude qu'à une plus grande (2084); & au delà du 65e. degré de latitude, le flux n'eſt guere ſenſible (2071).

2043. La période menſtruelle conſiſte en ce que les marées ſont plus grandes dans les nouvelles & pleines lunes, que quand la lune eſt en quartier (1996); ou, pour parler plus exactement, les marées ſont plus grandes dans chaque lunaiſon (2000), quand la lune eſt à environ 18 degrés au delà des pleines & nouvelles lunes; & elles ſont plus petites, quand elle eſt à environ 18 degrés au delà du premier & du dernier quartier (2077). Les nouvelles & pleines lunes s'appellent *ſyzigies*; les quartiers, *quadratures*.

2044. Dans la période menſtruelle on obſerve, 1°. que les marées vont en croiſſant des quadratures aux ſyzigies; & en décroiſſant, des ſyzigies aux quadratures (2064).

2045. 2°. Que, quand la lune eſt aux ſyzigies ou aux quadratures, la haute mer arrive trois heures après le paſſage de la lune au méridien (2067) : ſi la lune va des ſyzigies aux quadratures, le temps de la haute mer arrive plus tôt que ces trois heures; c'eſt le contraire, ſi la lune va des quadratures aux ſyzigies (2075).

2046. 3°. Que, soit que la lune se trouve dans l'hémisphere austral ou dans le boréal, le temps de la haute mer n'arrive pas plus tard aux plages septentrionales.

2047. La période annuelle consiste en ce qu'aux équinoxes les marées sont les plus grandes vers les nouvelles & pleines lunes; & celles des quartiers sont moins grandes qu'aux autres lunaisons (2000); parce qu'alors le soleil & la lune se trouvent dans l'équateur (2049). Au contraire, dans les solstices, les marées des nouvelles & pleines lunes ne sont pas si grandes qu'aux autres lunaisons; au lieu que les marées des quartiers sont plus grandes qu'aux autres lunaisons.

2048. Dans la période annuelle, on observe, 1°. que les marées du solstice d'hiver sont plus grandes que celles du solstice d'été (2066, 2078).

2049. 2°. Que les marées sont d'autant plus grandes, que la lune est plus près de la terre; & qu'elles sont les plus grandes, toutes choses d'ailleurs égales, quand la lune est périgée (1871), c'est-à-dire, à sa plus petite distance de la terre (2066): elles sont aussi d'autant plus grandes, que la lune est plus près de l'équateur, & a par conséquent moins de déclinaison (2084). Et en général les plus grandes de toutes les marées arrivent quand la lune est à-la-fois dans l'équateur, périgée, & dans les syzigies.

2050. 3°. Que dans les contrées ſeptentrionales, les marées des nouvelles & pleines lunes ſont, en été, plus grandes le ſoir que le matin; &, en hiver, plus grandes le matin que le ſoir.

2051. On voit, par ce détail des phénomenes, que le flux & reflux a une connexion marquée & principale avec les mouvemens de la lune, & qu'il en a même avec le mouvement du ſoleil, ou plutôt avec celui de la terre autour du ſoleil. D'où l'on peut conclure, en général, que la lune & le ſoleil, & ſur-tout le premier de ces deux aſtres, ſont la cauſe du flux & reflux.

2052. Il eſt certain, par toutes les obſervations aſtronomiques, qu'il y a une tendance mutuelle des corps céleſtes les uns vers les autres : cette force, dont la cauſe eſt inconnue, a été nommée par *Newton*, *gravitation* ou *attraction* (194). Il eſt certain de plus, par les obſervations, que les planetes ſe meuvent, ou dans le vide, ou au moins dans un milieu qui ne leur réſiſte pas ſenſiblement. Il eſt donc ſage de faire abſtraction de tout fluide dans l'explication du flux & reflux de la mer, & de chercher uniquement à expliquer ce phénomene par le principe de la gravitation univerſelle (194), que perſonne ne peut refuſer d'admettre.

2053. Nous poſerons donc pour principe, que, comme la lune gravite vers la terre, de même

auſſi

aussi la terre & toutes ses parties gravitent vers la lune, ou, ce qui revient au même, en sont attirées; que de même, la terre & toutes ses parties gravitent ou sont attirées vers le soleil; ne donnant point ici d'autre sens au mot *attraction*, que celui d'une tendance des parties de la terre vers la lune & vers le soleil, quelle qu'en soit la cause. C'est de ce principe que nous allons déduire les phénomenes des marées.

2054. *Kepler* avoit conjecturé, il y a long-temps, que la gravitation des parties de la terre vers la lune & vers le soleil, étoit la cause du flux & reflux. » Si la terre cessoit, dit-il, d'attirer » ses eaux vers elle-même, toutes celles de l'Océan » s'éleveroient vers la lune; car la sphere de l'at- » traction de la lune s'étend vers notre terre, & » en attire les eaux «. C'est ainsi que pensoit ce grand Astronome : & ce soupçon, car ce n'étoit alors rien de plus, se trouve aujourd'hui vérifié & démontré par la Théorie suivante, déduite des Principes de *Newton*.

### *Théorie des Marées.*

2055. La surface de la terre & de la mer est sphérique, ou du moins, étant à peu près sphérique, peut être ici regardée comme telle. Cela posé, si l'on imagine que la lune A (*fig.* 301.) *Fig.* 301.

eſt au deſſus de quelque partie de la ſurface de la mer, comme E, il eſt évident que l'eau E, étant la plus près de la lune, gravitera vers elle plus que ne fait aucune autre partie de la terre & de la mer, dans tout l'hémiſphere PEH. Par conſéquent l'eau en E doit s'élever vers la lune, & la mer doit s'enfler en E.

2056. Par la même raiſon, l'eau en G étant la plus éloignée de la lune, doit moins graviter vers cette planete, que ne fait aucune autre partie de la terre ou de la mer, dans l'hémiſphere PGH. Par conſéquent l'eau de cet endroit doit moins s'approcher de la lune, que toute autre partie du globe terreſtre; c'eſt-à-dire qu'elle doit paroître s'élever du côté oppoſé; & par conſéquent elle doit s'enfler en G.

2057. Par ces moyens, la ſurface de l'Océan doit prendre néceſſairement une figure ovale, dont le plus long diametre eſt EG, & le plus court PH. De ſorte que la lune venant à changer ſa poſition, dans ſon mouvement diurne apparent autour de la terre (2001), cette figure ovale de l'eau doit changer avec elle; & c'eſt-là ce qui produit ces deux flux & reflux que l'on remarque environ toutes les vingt-cinq heures (2035).

2058. Tel eſt d'abord en général, &, pour ainſi dire, en gros, l'explication du flux & reflux. Mais, pour faire entendre par le ſeul raiſonne-

ment, & d'une maniere encore plus précise, la cause de l'élévation des eaux en E & en G, imaginons que la lune soit en repos, & que la terre soit un globe solide, aussi en repos, couvert, jusqu'à telle hauteur qu'on voudra, d'un fluide homogene & sans ressort, dont la surface soit sphérique. Supposons de plus que les parties de ce fluide pesent, comme elles le font en effet, vers le centre du globe, tandis qu'elles sont attirées par la lune.

2059. Il est certain que, si toutes les parties du fluide & du globe qu'il couvre, étoient attirées avec une force égale & suivant des directions paralleles, l'action de cet astre n'auroit d'autre effet que de mouvoir ou de déplacer toute la masse du globe & du fluide, sans causer d'ailleurs aucun dérangement dans la situation respective de leurs parties.

2060. Mais, suivant les loix de l'attraction (194), les parties de l'hémisphere supérieur, c'est-à-dire, de celui qui est le plus près de l'astre, sont attirées avec plus de force que le centre du globe ; & au contraire les parties de l'hémisphere inférieur sont attirées avec moins de force : d'où il suit que le centre du globe étant mu par l'action de la lune, le fluide qui couvre l'hémisphere supérieur, & qui est attiré plus fortement, doit tendre à se mouvoir plus vîte que le centre, &

par conséquent s'élever avec une force égale à l'excès de la force qui l'attire, sur celle qui attire le centre. Au contraire, le fluide de l'hémisphere inférieur, étant moins attiré que le centre du globe, doit se mouvoir moins vîte : il doit donc paroître, pour ainsi dire, fuir le centre & s'en éloigner avec une force à peu près égale à celle de l'hémisphere supérieur. Supposons donc que la lune A, par la force de son attraction, fait avancer vers elle le centre T de la terre de 20 pieds, & le porte en *t*; que la partie E, étant plus proche de la lune & plus fortement attirée, se porte en *e* à 30 pieds; & que la partie G, étant plus loin de la lune, & plus foiblement attirée que le centre T, ne se porte qu'en *g* à 10 pieds. Il est évident que les rayons *t e* & *t g* sont chacun plus longs de 10 pieds que n'étoient auparavant les rayons T E & T G. Donc les eaux doivent paroître élevées à peu près de la même quantité en *e* & en *g*, tandis qu'elles seront abaissées en *p* & en *h*. Ainsi le fluide s'élevera aux deux points opposés, qui sont dans la ligne A G, par où passent les centres de la terre & de la lune. Et si l'attraction du soleil se joint à celle de la lune (2063), l'effet sera plus grand; mais si elle contre-balance celle de la lune (2064), l'effet sera plus petit.

2061. Le mouvement des eaux de la mer, au

moins celui qui nous eſt ſenſible, & qui ne leur eſt point commun avec toute la maſſe du globe terreſtre; ne provient donc point de l'action totale du ſoleil & de la lune, mais de la différence qu'il y a entre l'action de ces aſtres ſur le centre de la terre, & leur action ſur le fluide, tant ſupérieur qu'inférieur. C'eſt donc cette différence que nous appelons *action*, *force* ou *attraction* ſolaire ou lunaire. Et il eſt certain, tant par les phénomenes des marées que par d'autres obſervations, que l'action lunaire, pour ſoulever les eaux de l'Océan, eſt beaucoup plus grande que celle du ſoleil (2065).

Voyons maintenant comment on peut déduire de ce que nous avons avancé, l'explication des principaux phénomenes du flux & reflux.

2062. Nous avons vu (2055) que les eaux doivent s'élever en même temps à l'endroit au deſſus duquel eſt la lune, & au point de la terre diamétralement oppoſé à celui-là. Par conſéquent à 90 degrés de ces deux points, ces eaux doivent s'abaiſſer (2064). De même l'action ſolaire doit faire élever les eaux à l'endroit au deſſus duquel eſt le ſoleil, & au point de la terre diamétralement oppoſé; & par conſéquent les eaux doivent s'abaiſſer à 90 degrés de ces points. Combinant enſemble ces deux actions, on verra que l'élévation des eaux, en un même endroit, doit être

ſujette à de grandes variétés, ſoit pour la quantité, ſoit pour l'heure à laquelle elle arrive, ſelon que l'action ſolaire & l'action lunaire ſe combineront entre elles, c'eſt-à-dire, ſelon que la lune & le ſoleil feront différemment placés par rapport à cet endroit.

2063. En général, dans les conjonctions & oppoſitions du ſoleil & de la lune (1825 & 1826), la force qui fait tendre l'eau vers le ſoleil, concourt avec la gravitation qui la fait tendre vers la lune. Car, dans les conjonctions du ſoleil & de la lune, ces deux aſtres paſſent en même temps au deſſus du méridien : & dans les oppoſitions, l'un paſſe au deſſus du méridien dans le temps que l'autre paſſe au deſſous ; &, par conſéquent, ils tendent dans ces deux cas à élever en même temps les eaux de la mer, dans le même ſens (2060).

2064. Dans les quadratures, au contraire, l'eau élevée par le ſoleil ſe trouve abaiſſée par la lune (2062) ; car, dans les quadratures, la lune eſt à 90 degrés du ſoleil : donc les eaux qui ſe trouvent ſous la lune, ſont à 90 degrés de celles au deſſus deſquelles ſe trouve le ſoleil : donc la lune tend à élever les eaux que le ſoleil tend à abaiſſer, & réciproquement ; mais, dans les ſyzigies (2043), l'action ſolaire conſpire avec l'action lunaire à produire le même effet, tandis qu'elle tend à produire un effet oppoſé dans les quadratures.

D'où il ſuit, en général, & toutes choſes d'ailleurs égales, que les plus grandes marées arrivent dans les ſyzigies, & les plus baſſes dans les quadratures (2044).

2065. Dans le cours de chaque jour naturel, il y a deux flux & reflux qui dépendent de l'action du ſoleil, comme, dans chaque jour lunaire, il y en a deux qui dépendent de l'action de la lune (2035); & toutes ces marées ſont produites ſuivant les mêmes loix. Mais celles que cauſe le ſoleil, ſont beaucoup moins grandes que celles que cauſe la lune: la raiſon en eſt que, quoique la maſſe du ſoleil ſoit beaucoup plus conſidérable que celles de la terre & de la lune priſes enſemble (1792 & 1862), ſa très-grande diſtance (1798) fait que l'action ſolaire eſt beaucoup plus petite que l'action lunaire (2061); *Newton* prétend qu'elle eſt dans le rapport de 1 à $4\frac{1}{2}$ environ.

2066. En général, plus la lune eſt près de la terre, plus ſon action, pour élever les eaux, doit être grande (2049): il en eſt de même de l'action du ſoleil (2048). C'eſt une ſuite des loix de l'attraction (194), laquelle eſt plus forte à une moindre diſtance.

2067. Faiſant abſtraction, pour un moment, de l'action du ſoleil, la haute marée devroit avoir lieu au moment du paſſage de la lune par le méridien, ſi les eaux n'avoient pas, ainſi que tous

les corps en mouvement, une force d'inertie, par laquelle elles tendent à conſerver l'impreſſion qu'elles ont reçue (41). Mais cette force doit produire deux effets ; elle doit retarder l'heure de la haute marée (2045), & diminuer auſſi en général l'élévation des eaux. Pour le prouver, ſuppoſons un moment la terre en repos, & la lune au deſſus d'un endroit quelconque de la terre : en faiſant abſtraction du ſoleil, dont la force, pour élever les eaux, eſt beaucoup moindre que celle de la lune (2065), l'eau s'élevera certainement au deſſus de l'endroit où eſt la lune. Suppoſons maintenant que la terre vienne à tourner ſur ſon axe ; d'un côté, elle tourne fort vîte par rapport au mouvement de la lune (1818 & 1875) ; & d'un autre côté, l'eau qui a été élevée par la lune, & qui tourne avec la terre, tend à conſerver, autant qu'elle peut, par ſa force d'inertie, l'élévation qu'elle a acquiſe, quoiqu'en s'éloignant de la lune, elle tende en même temps à perdre une partie de cette élévation ; ainſi, ces deux effets contraires ſe combattant, l'eau tranſportée par le mouvement de la terre ſur ſon axe, ſe trouvera plus élevée à l'orient de la lune, qu'elle ne devroit être ſans ce mouvement ; mais cependant moins élevée qu'elle ne l'auroit été ſous la lune, ſi la terre fût demeurée immobile. Donc le mouvement de rotation de la terre ſur ſon axe doit, en

général, retarder les marées (2045), & en diminuer l'élévation.

2068. Après le flux & reflux, la mer eſt un peu de temps ſans deſcendre ni monter (2035); parce que les eaux tendent à conſerver l'état de repos & d'équilibre où elles ſont dans le moment de la haute marée & dans celui de la marée baſſe, mais qu'en même temps le mouvement de la terre, déplaçant ces eaux par rapport à la lune, change l'intenſité de l'action de cet aſtre ſur ces eaux, & tend à leur faire perdre l'équilibre: ces deux efforts ſe contre-balancent mutuellement pendant quelques momens. Il faut y joindre l'adhérence des particules des eaux les unes aux autres, & les obſtacles de différentes eſpeces, qui doivent, en général, retarder leur mouvement, & empêcher qu'elles ne le prennent tout d'un coup; & par conſéquent qu'elles ne paſſent bruſquement de l'état d'élévation à celui d'abaiſſement.

2069. La lune paſſe au deſſus des rades orientales, avant que de paſſer au deſſus des rades occidentales (2001): le flux doit donc arriver plutôt aux premieres (2040).

2070. Le mouvement général de la mer, entre les tropiques, de l'eſt à l'oueſt (2041), eſt plus difficile à expliquer: ce mouvement ſe prouve par la direction conſtante des corps qui nagent à la

merci des flots. On obſerve de plus que, toutes choſes d'ailleurs égales, la navigation vers l'occident eſt fort prompte; & le retour, difficile. *D'Alembert* a démontré, dans ſes *Recherches ſur la cauſe des Vents*, qu'en effet cela doit être ainſi; que l'action du ſoleil & celle de la lune doivent mouvoir les eaux de l'Océan, ſous l'équateur, d'orient en occident. Cette même action doit produire dans l'air un effet ſemblable; & c'eſt-là, ſelon lui, une des principales cauſes des vents aliſés (1032).

2071. Si la lune reſtoit toujours dans l'équateur, il eſt évident qu'elle ſeroit toujours à 90 degrés des pôles, & que par conſéquent il n'y auroit aux pôles ni flux ni reflux; car les eaux y ſeroient abaiſſées à tous les inſtans (2062): donc, dans les endroits voiſins des pôles, le flux & le reflux ſeroit fort petit, & même tout-à-fait inſenſible, ſurtout ſi on conſidere que ces endroits oppoſent beaucoup d'obſtacles aux mouvemens des eaux, tant par les glaces énormes qui y ſurnagent, que par la diſpoſition des terres. Or, quoique la lune ne ſoit pas toujours dans l'équateur, elle ne s'en éloigne que d'environ 28 degrés: il ne faut donc pas s'étonner que, près des pôles, & même à la latitude de 65 degrés, le flux & reflux ne ſoit guere ſenſible (2042, 2084).

2072. Suppoſons maintenant que la lune dé-

crive, un jour, un parallele à l'équateur, on voit, 1°. que l'eau sera en repos au pôle pendant ce jour; puisque la lune demeurera toujours à la même distance du pôle (2084).

2073. 2°. Que si, le lendemain, la lune décrit un autre parallele, l'eau sera encore en repos au pôle pendant ce jour-là; mais plus ou moins abaissée que le jour précédent, selon que la lune sera plus loin ou plus près du zénith ou du nadir des habitans du pôle.

2074. 3°. Que, si on prend un endroit quelconque entre la lune & le pôle, la distance de la lune à cet endroit sera plus différente de 90 degrés en défaut, lorsque la lune passera au méridien au dessus de cet endroit, que la distance de la lune à ce même endroit ne différera de 90 degrés en excès, lorsque la lune passera au méridien au dessous de ce même endroit. Voilà pourquoi, en général, en allant vers le pôle boréal, les marées de dessus sont plus grandes, quand la lune est dans l'hémisphere boréal, & celles de dessous sont plus petites; &, en s'avançant même plus loin vers le pôle, il ne doit plus y avoir dans ce cas-là qu'un flux & qu'un reflux dans l'intervalle de 24 heures; parce que, quand la lune est au méridien au dessous, elle n'est pas, à beaucoup près, à 180 degrés de l'endroit dont il s'agit, & qu'elle se trouve au contraire à une distance assez

peu différente de 90 degrés, pour qu'alors les eaux doivent s'abaiſſer, au lieu de s'élever. Le calcul démontre évidemment toutes ces vérités, que nous croyons ne devoir énoncer ici qu'en général.

2075. Comme il n'arrive que deux fois par mois que le ſoleil & la lune répondent au même point du ciel, comme lorſqu'ils ſont en conjonction (1825), ou à des points diamétralement oppoſés, comme lorſqu'ils ſont en oppoſition (1826); l'élévation des eaux, telle qu'on la trouve même en négligeant l'inertie, ne doit ſe faire, pour l'ordinaire, ni immédiatement ſous la lune, ni immédiatement ſous le ſoleil, mais dans un point milieu entre ces points. Ainſi, quand la lune va des ſyzigies aux quadratures, c'eſt-à-dire, lorſqu'elle n'eſt pas encore à 90 degrés du ſoleil, la plus grande élévation des eaux doit ſe faire plus au couchant de la lune; c'eſt le contraire quand la lune va des quadratures aux ſyzigies. Donc, dans le premier cas, le temps de la haute mer doit précéder les trois heures lunaires (2045); car, d'un côté, l'inertie des eaux donne l'élévation trois heures après le paſſage de la lune au méridien (2067); &, d'un autre côté, la poſition reſpective du ſoleil & de la lune donne cette élévation avant le paſſage de la lune au méridien. Au contraire, & par la même raiſon, dans le ſecond cas, le temps de la haute marée doit

arriver plus tard que les trois heures (2045).

2076. Les différentes marées qui dépendent des actions particulieres du ſoleil & de la lune (2065), ne peuvent être diſtinguées les unes des autres : elles ſe confondent enſemble. La marée lunaire eſt tant ſoit peu changée par l'action du ſoleil ; & ce changement varie chaque jour, à cauſe de l'inégalité qu'il y a entre le jour naturel (1962) & le jour lunaire (2039).

2077. Comme il arrive quelque retard aux marées par l'inertie & le balancement des eaux, qui conſervent quelque temps l'impreſſion qu'elles ont reçues (2067) ; par la même raiſon, les plus hautes marées n'arrivent pas préciſément dans la conjonction & dans l'oppoſition de la lune avec le ſoleil, mais deux ou trois marées après (2043) : de même les plus petites marées ne doivent arriver qu'un peu après les quadratures.

2078. Comme, dans l'hiver, le ſoleil eſt un peu plus près de la terre que dans l'été (1755), on obſerve, en général, que les marées du ſolſtice d'hiver ſont plus grandes, toutes choſes d'ailleurs égales, que celles du ſolſtice d'été (2048).

2079. Telles ſeroient réguliérement les marées, ſi les mers étoient par-tout également profondes ; mais les bas-fonds qui ſe trouvent en certains endroits, & le peu de largeur de certains détroits où doivent paſſer les eaux, ſont cauſe de la

grande variété que l'on remarque dans les hauteurs des marées : & l'on ne ſçauroit rendre compte de ces effets, ſans avoir une connoiſſance exacte de toutes les particularités & inégalités des côtes, c'eſt-à-dire, de la poſition des terres, de la largeur & de la profondeur des canaux, &c.

2080. Il peut arriver que le flux vienne au même port par pluſieurs chemins, & qu'il paſſe par quelques-uns de ces chemins plus vîte que par les autres ; alors le flux paroîtra partagé en pluſieurs flux ſucceſſifs, qui auront des mouvemens différens, & qui ne reſſembleront point aux flux ordinaires. Suppoſons, par exemple, que de tels flux ſoient partagés en deux flux égaux, dont l'un précede l'autre de ſix heures, & qu'il arrive trois heures ou vingt-ſept heures après l'appulſe ou le paſſage de la lune au méridien : ſi la lune étoit alors dans l'équateur, il y auroit, à ſix heures d'intervalle, des flux égaux qui ſeroient détruits par des reflux de la même grandeur ; & l'eau ſeroit, ce jour-là, ſtagnante pendant vingt-quatre heures.

2081. Si la lune déclinoit vers un pôle ou vers l'autre, ces flux ſeroient dans l'Océan alternativement plus grands & plus petits : ainſi dans ce port il y auroit alternativement deux plus grands & deux plus petits flux ; les deux plus grands feroient acquérir à l'eau une plus grande hauteur, qui ſe trouveroit dans le milieu de l'intervalle de

ces deux flux ; & par les deux plus petits, elle acquerroit sa moindre hauteur au milieu de l'intervalle de ces deux plus petits flux ; & l'eau acquerroit, dans le milieu de l'intervalle de sa plus grande à sa moindre hauteur, une hauteur moyenne. Ainsi, dans l'espace de vingt-quatre heures, l'eau, dans ce port, ne s'éleveroit pas deux fois ; comme elle le fait ordinairement ; mais elle n'acquerroit qu'une fois sa plus grande & une fois sa plus petite hauteur.

2082. Si la lune décline vers le pôle élevé sur l'horizon, la plus grande hauteur de l'eau sera la troisieme, la sixieme ou la neuvieme heure après l'appulse ou le passage de la lune au meridien ; & si la lune décline vers l'autre pôle, le flux se changera en reflux.

2083. Aux embouchures des fleuves, le flux & le reflux sont encore différens (2036) ; car le courant du fleuve qui entre dans la mer, résiste au mouvement du flux de la mer, & aide son mouvement de reflux ; & cette cause doit par conséquent faire durer le reflux plus long-temps que le flux ; & c'est aussi ce qui arrive. C'est encore la raison pour laquelle, toutes choses d'ailleurs égales, les plus grands flux arrivent plus tard aux embouchures des fleuves qu'ailleurs.

2084. Nous avons dit ci-dessus que le flux & le reflux dépendoient de la déclinaison de l'astre

(2049) & de la latitude du lieu (2042) : ainſi, ſous les pôles, il ne doit y avoir ni flux ni reflux diurnes (2071 *& ſuiv.*) ; car la lune étant à peu près à la même élévation ſur l'horizon pendant 24 heures, elle ne peut y élever les eaux plus dans un moment que dans l'autre. Mais dans ces régions, la mer a le flux & le reflux qui dépendent de la révolution de la lune autour de la terre chaque mois : ainſi la plus petite marée y arrive quand la lune eſt dans l'équateur, parce qu'alors elle eſt dans l'horizon pour les pôles ; enſuite le flux & le reflux commencent peu à peu, à meſure que la lune décline vers le nord ou vers le midi ; & comme elle n'eſt jamais fort élevée au deſſus de l'horizon de ces climats, la quantité dont elle y éleve l'eau eſt très-petite, & à peine ſenſible (2071).



CHAPITRE

☉ Perigée 32′ 30″

☉ Apogée 31′ 25″

Fig. 299.

Fig. 298.

Fig. 300.

Fig. 301.

☾ Apogée 29′ 28″.

☾ Perigée 33′ 36″

Moy. dist. ☉ 31′ 57″ 30‴ ☾ 31′ 32″.

Benard Direxit

# CHAPITRE XVIII.

## *Du Magnétisme.*

2085. ON appelle *Magnétisme*, cette vertu qu'a l'aimant d'attirer le fer & l'acier, & de s'y attacher plus ou moins fortement, d'attirer ou de repousser un autre aimant, selon qu'ils se présentent l'un à l'autre par les poles de différens noms ou *amis*, ou par les poles de même nom ou *ennemis*; de diriger l'un de ses poles vers le nord & l'autre vers le sud; de ne pas suivre exactement en tout temps & en tout lieu la direction *nord* & *sud*, mais de décliner de quelques degrés, soit vers l'est, soit vers l'ouest; d'incliner un de ses poles vers la surface de la terre, & cela d'un nombre de degrés d'autant plus grand, que l'aimant est situé plus près d'un des poles de la terre; enfin de communiquer toutes ses propriétés au fer & à l'acier: en sorte que ce fer ou cet acier soit, par-là, devenu capable de produire tous les phénomenes que produit l'aimant lui-même.

2086. L'aimant est une pierre qui tient un peu de la nature du fer. Cependant il a plutôt les caracteres d'une pierre, que ceux d'un métal; il

eſt caſſant, il ſe calcine & ſe pulvériſe; & il n'eſt ni malléable ni fuſible. Il eſt bien vrai qu'il fond au foyer d'un verre ardent; mais il y fond à la maniere des pierres, & en ſe vitrifiant.

2087. Chaque aimant a deux poles, dans leſquels réſide la plus grande partie de ſa vertu. Pour les reconnoître, & ſavoir où ils ſont ſitués, on place l'aimant ſur un morceau de glace polie, ſous laquelle on a mis une feuille de papier blanc: on répand peu à peu ſur cette glace de la limaille de fer autour de l'aimant, & on frappe doucement ſur les bords de la glace, pour donner plus de mobilité aux molécules de limaille, & les mettre dans le cas d'obéir plus aiſément aux écoulemens magnétiques. Auſſi-tôt on voit la limaille prendre un arrangement régulier, tel qu'on peut
Fig. 302. l'obſerver dans la *figure* 302, dans laquelle la limaille eſt dirigée en lignes droites AA, BB, préciſément vis-à-vis des poles, & en lignes courbes AEB, AEB, ſur les côtés & en s'éloignant des poles; en ſorte que les poles ſont les points où convergent toutes ces différentes lignes droites & courbes.

2088. On trouve, mais rarement, des aimans qui ont plus de deux poles; ils en ont quatre & quelquefois ſix. J'en ai un qui a quatre poles, ſitués de maniere que les deux lignes droites qui

le traverſent d'un pole à l'autre, ſe coupent à peu près à angles droits.

2089. On appelle *axe* de l'aimant la ligne droite AB qui la traverſe d'un pole à l'autre; l'*équateur* de l'aimant eſt le plan perpendiculaire qui le partage par le milieu de ſon axe; & ſon méridien eſt le plan qui lui eſt perpendiculaire, ſuivant la longueur de ſon axe, & qui paſſe par conſéquent par ſes poles.

2090. Cette propriété de l'aimant, d'avoir des poles (2087), eſt comme eſſentielle à tous les aimans; car on aura beau diviſer un aimant en tant de morceaux qu'on voudra, les deux poles ſe trouveront toujours dans chaque morceau.

2091. On a donné aux poles de l'aimant les mêmes noms qu'aux poles du monde; parce que l'aimant, lorſqu'il eſt libre de ſe mouvoir, a la propriété de diriger toujours ſes poles vers ceux de notre globe; c'eſt-à-dire qu'un aimant, mobile ſur ſon centre de gravité, ayant ſon axe parallele à l'horizon, s'arrête conſtamment dans une ſituation telle, qu'un de ſes poles regarde vers le nord, & l'autre vers le ſud (2112) : & ſi on le dérange de cette ſituation, il ne ceſſe de ſe mouvoir & d'oſciller juſqu'à ce qu'il ait repris ſa premiere direction. En Angleterre on eſt convenu d'appeler *pole auſtral* ou *ſud*, celui qui ſe dirige vers le

nord ; & *pole boréal* ou *nord*, celui qui ſe dirige vers le ſud. Cette façon de s'exprimer n'eſt point en uſage en France : on y appelle *pole nord*, le côté de l'aimant qui ſe dirige vers le nord ; & *pole ſud*, celui qui ſe dirige vers le ſud.

2092. D'après ce que nous avons dit ci-deſſus (2085), on voit que l'aimant a ſix propriétés, qui ſont, l'*attraction*, la *répulſion*, la *direction*, la *declinaiſon*, l'*inclinaiſon*, & la *communication*. Nous allons expoſer les phénomenes de ces différentes propriétés.

2093. PREMIERE PROPRIÉTÉ. *Attraction.* L'aimant attire le fer & l'acier, & en eſt attiré ; & ils s'attachent l'un à l'autre plus ou moins fortement. C'eſt par cette propriété que l'aimant a d'abord été connu. Si donc l'on préſente à un aimant un morceau de fer ou d'acier, ſuſpendu ou placé de façon à pouvoir ſe mouvoir aiſément, il obéira à l'action de l'aimant, il en ſera attiré, & avec d'autant plus de force, qu'il en ſera plus proche : de ſorte que, lorſque ces deux ſubſtances ſe touchent, on ne peut les ſéparer ſans effort. Les mêmes effets auront lieu, ſi à ce morceau de fer ou d'acier on préſente un aimant qui ne ſoit retenu par aucun obſtacle.

2094. Quoique l'aimant attire le fer & l'acier dans ſon état naturel, & ſans aucune préparation,

Il a cependant une force attractive beaucoup plus grande, lorsqu'il est armé. La raison en est sans doute que, lorsque l'aimant est nud & sans armure, la vertu de chacun de ses poles occupe un trop grand espace, étant distribuée dans toute l'étendue du côté de l'aimant où ce pole est situé. Il paroît que l'armure concentre cette vertu; ce qui augmente beaucoup sa puissance : &, comme les deux pieds de l'armure se trouvent placés sur le même côté, on a la faculté de faire agir les deux poles à la fois sur une seule & même masse de fer que l'on veut soulever.

2095. Pour armer un aimant avec le plus d'avantage, voici, à mon avis, la meilleure maniere d'y procéder : elle est décrite par *Musschenbroëck*, dans son *Essai de Physique*, *Tome I*, *page* 283. Après avoir trouvé les deux côtés de l'aimant où sont situés ses poles (2087), on scie ces deux côtés perpendiculairement à l'axe (2089), & parallelement entre eux; ensuite on les polit le mieux qu'il est possible, afin de pouvoir y appliquer d'autant mieux les armures. Pour cet effet, on peut d'abord frotter ces côtés sur une pierre à aiguiser, avec de l'eau, & les polir ensuite sur un morceau plat de glace de miroir, avec de l'eau & la pierre de Jutlande rougie au feu. Il faut surtout chercher à conserver, autant qu'il est possible, la plus grande longueur de l'axe de l'aimant

(2089); car elle eſt d'une bien plus grande importance, & contribue beaucoup plus à la vertu attractive de l'aimant, que ne le fait ſa hauteur ou ſon épaiſſeur.

2096. Lorſqu'on a donné à l'aimant la figure la plus avantageuſe qu'il puiſſe avoir, il faut travailler à former les armures. L'expérience a appris qu'elles doivent être faites de fér & non pas d'acier, & du fer le plus raffiné & le moins dur qu'on puiſſe trouver, & dans lequel il n'y ait point de paillettes. Il faut donc faire l'armure de fer flexible, ſeulement en l'alongeant, ſans confondre ſes parties, ou ſans les battre l'une dans l'autre, afin que le fil du fer puiſſe reſter droit : on fait, pour chaque côté des poles de l'aimant, une armure, à
*Fig.* 303. laquelle on donne cette figure (*fig.* 303.). AB eſt une plaque plate de fer, qui repréſente la jambe, laquelle doit être à peu près auſſi longue que l'aimant eſt haut, & avoir autant de largeur CC, GG, que l'aimant a d'épaiſſeur. Sous cette jambe doit être placé le pied DSE de l'armure, qui eſt un morceau de fer poſé en travers, & qui tombe à angles droits ſur la jambe AB. Sa largeur DS reſtant par-tout la même, depuis le commencement B juſqu'à ſon extrémité DS, doit être les deux tiers de la largeur GG de la plaque, & avoir en hauteur SE autant qu'en largeur DS :

ſa longueur BS doit être les deux tiers de ſa largeur DS. Il faut que ce pied aille en diminuant & en s'arrondiſſant ſur les côtés, depuis S & D juſqu'en E, de ſorte que la largeur de ſa partie inférieure, proche de E, ne ſoit qu'un tiers ou un quart de la largeur DS de ſa partie ſupérieure.

2097. Il eſt très-important de donner à la jambe AB une épaiſſeur convenable; car ſi on la fait trop épaiſſe ou trop mince, le pied DSE portera un moindre poids. Mais il eſt très-difficile de déterminer, autrement que par l'eſſai, quelle doit être préciſément cette épaiſſeur: il faut donc multiplier ces eſſais juſqu'à ce qu'on ſoit parvenu à une épreuve, où l'aimant porte moins de poids qu'il n'en portoit à l'épreuve précédente. Pour cet effet, on prendra dans le même morceau de fer quatre pieces propres à faire quatre armures, deux deſquelles ſeront rendues inutiles, comme on le va voir. On commence donc à travailler ſeulement ces deux pieces; pour cet effet, il faut bien polir le côté intérieur de chacune des jambes AB, ainſi que le côté ſupérieur BDS du pied, en ſorte qu'on puiſſe les ajuſter exactement ſur les côtés des poles de l'aimant, ainſi que par deſſous, ſans qu'il reſte, entre les armures & la pierre, aucun intervalle. On fixe ainſi ces armures à l'aimant, en les ſerrant forte-

ment avec un fil de laiton ou une ficelle ; & l'on essaye quel est le poids de fer qui peut demeurer suspendu à la partie inférieure des pieds de l'armure. Après avoir tenu note de cette quantité de poids, de même que de la mesure précise de l'épaisseur de la plaque A B, on la rendra ensuite un peu plus mince, en la limant du côté extérieur seulement, & commençant par le haut, proche de A : on fait alors une seconde épreuve, & ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on parvienne à un essai où l'aimant porte un moindre poids qu'il ne portoit au précédent. C'est donc à l'épaisseur, qu'avoient les jambes A B à l'épreuve précédente, qu'il faut s'en tenir. On voit par-là que ces deux premieres armures, qui ont servi à ces épreuves, ne peuvent plus être d'aucun usage, parce qu'on les a rendues un peu trop minces par tous ces essais. Il faut alors travailler les deux autres pieces, & donner à chacune des jambes la même épaisseur que celle qu'on a trouvée auparavant être la meilleure de toutes.

2098. Nous avons dit (2097) qu'il faut prendre les quatre pieces d'armure dans le même morceau de fer : si on les faisoit de fers différens, il se pourroit bien faire que, pour avoir la meilleure épaisseur requise, il fallût leur en donner de différentes.

2099. Cela fait, on rend le haut C C de la

jambe AB plus court que l'aimant d'environ un tiers de ligne. On arrondit un peu le bout, proche de CC. Il faut auſſi abattre les angles extérieurs de toute la jambe juſqu'à l'aimant, en les arrondiſſant. Si l'on n'a pas cette attention, on trouvera que la vertu attractive de l'aimant ſemble ſe déterminer vers tous les angles; ce qui l'empêche de s'introduire en entier dans le pied; ce qui eſt cependant l'unique but qu'on ſe propoſe. On a encore obſervé que les jambes doivent être plus minces en haut, & plus épaiſſes en bas, près du pied.

2100. Pour faire bien appliquer les armures contre les deux côtés de l'aimant, on ſe ſert de deux bandes de cuivre E, F (*fig.* 304.) qui entourent l'aimant, l'une E à la partie ſupérieure, & l'autre F à la partie inférieure de l'armure, & que l'on ſerre fortement chacune par le moyen d'une vis de cuivre qui en traverſe les extrémités. *Fig.* 304.

2101. On peut ſuſpendre l'aimant, ainſi armé, de différentes manieres; par exemple, en attachant deux petites chevilles à tête à la bande ſupérieure E, auxquelles on fixe une penture ou beliere de cuivre G, au milieu de laquelle on fait paſſer la queue d'un anneau H, qui peut tourner dans cette beliere. De cette maniere l'aimant eſt ſuſpendu par l'anneau, & tourne comme on veut.

2102. Il faut auſſi donner à l'aimant, ainſi armé, un *portant* A B C D de fer doux & flexible, que l'on met ſous les pieds de l'armure, & auquel on ſuſpend les poids qui peuvent être ſoulevés par l'aimant. Il eſt néceſſaire de donner à ce portant une figure & des dimenſions convenables, ainſi que nous l'avons dit (2097) relativement aux jambes & aux pieds des armures. Ce portant doit être fait d'un fer bien raffiné, qui ne doit être doublé en aucun endroit, ni fendu ou rompu. Il doit être un peu plus large que la baſe inférieure des pieds de l'armure. Sa longueur doit avoir 4 ou 5 lignes de plus que la diſtance qui ſe trouve entre les faces extérieures C & D des pieds de l'armure. Quant à ſa hauteur B C, il n'y a que l'épreuve qui puiſſe apprendre quelle elle doit être; car il ſe rencontre des aimans qui exigent un portant deux fois auſſi haut que celui qu'exigent d'autres aimans, ſans qu'on en puiſſe découvrir la raiſon : il faut donc que le portant n'ait ni trop, ni trop peu de hauteur. On doit donc en chercher la meilleure hauteur, en en rendant un inutile, comme nous avons dit (2097) qu'on le doit faire pour les armures; & en faiſant un ſecond portant du même fer, & qui ait préciſément la hauteur que l'on a trouvée être la meilleure de toutes.

2103. Pour ce qui eſt de ſa figure, voici ce

qu'il faut obſerver. La ſurface ſupérieure D C du portant doit être bien polie, & avoir des angles aigus & non arrondis; mais les angles du côté inférieur AB peuvent être arrondis : il vaudroit cependant mieux que les extrémités D A, C B, fuſſent quarrées, en ſorte que le portant eût la figure d'un parallélipipede rectangle, que d'être ſeulement arrondies à demi. Mais ſi l'on donne au portant la figure A B C D que l'on voit ici repréſentée, l'aimant portera plus de poids que ſi on lui donnoit toute autre figure.

2104. L'on fait au milieu de la partie inférieure A B du portant, un trou très-évaſé par-dehors de chaque côté, qui va par conſéquent en diminuant de diametre vers le milieu de l'épaiſſeur du portant, & dans lequel on paſſe un crochet L, auquel on ſuſpend le baſſin qui porte les poids que l'aimant doit ſoulever.

2105. L'aimant n'a d'action que ſur le fer & l'acier : ſi quelques autres ſubſtances ſont attirables par l'aimant, on doit être sûr qu'elles contiennent du fer. Le platine, par exemple, eſt attirable à l'aimant, par le fer qui lui eſt uni; car lorſqu'il en eſt bien purgé, il n'eſt plus attirable. Tout ce qui peut s'attacher à l'aimant, n'eſt donc pas néceſſairement fer; il ſuffit que cela en contienne : ainſi le portant étant de fer, le poids ſoulevé peut être de toute autre choſe. Puiſque l'aimant

n'a de priſe que ſur le fer, on peut s'en ſervir pour ſéparer ce métal des autres auxquels il ſe trouve mêlé : cela peut avoir ſon utilité.

2106. SECONDE PROPRIÉTÉ. *Répulſion.* Deux aimans ſe repouſſent ou s'attirent mutuellement, ſelon la façon dont on les préſente l'un à l'autre. Si on les préſente par les poles de mêmes noms, ils ſe repouſſent ; ſi au contraire on les préſente par les poles de noms différens, ils s'attirent. Si donc l'on préſente l'un à l'autre les deux poles méridionaux de deux aimans, ou bien leurs deux poles ſeptentrionaux, ces deux aimans ſe repouſſeront mutuellement, s'éloigneront l'un de l'autre, ſe fuiront, & cela avec d'autant plus de force, qu'ils ſeront plus près l'un de l'autre, & d'autant plus foiblement, qu'ils ſe trouveront à une plus grande diſtance : ils s'attirent cependant quelquefois, lorſqu'ils ſe touchent réciproquement, ſur-tout ſi l'un des deux eſt beaucoup plus fort que l'autre.

2107. On prétend que la cauſe de cette répulſion eſt que la matiere magnétique, qu'on dit ſortir du pole *nord* d'un aimant, ne peut s'introduire dans le pole *nord* d'un autre aimant qu'on lui préſente, ſans doute à cauſe de la configuration des pores : & qu'en conſéquence cette matiere, en ſortant d'un des aimans & s'appuyant contre l'autre, le repouſſe. Mais on ne pourra pas

expliquer par la même cause la répulsion des deux poles sud ; puisqu'on prétend que la matiere magnétique ne fait qu'entrer par ces poles & n'en sort point.

2108. Si l'on divise un aimant AB (*fig.* 305.) en deux parties, suivant la longueur de son axe DD, ces deux parties SAN, SBN, qui étoient unies auparavant, se repoussent l'une & l'autre ; car, en divisant l'aimant suivant la longueur de son axe DD, les poles S & N n'ont point changé de place ; donc, après la division, le pole nord N de la partie SAN se trouve placé auprès du pole nord N de la partie SBN : il en est de même de l'autre pole ; le pole sud S de la partie SAN se trouve placé auprès du pole sud S de la partie SBN : ces deux parties, qui étoient d'abord réunies, doivent donc se fuir après la division, puisque les poles de mêmes noms se repoussent (2106). *Fig.*

2109. Si au contraire l'on coupe un aimant EF (*fig.* 306.) perpendiculairement à son axe SN, c'est-à-dire, par son équateur EF, les deux points, qui étoient ci-devant réunis, deviennent deux poles de noms différens, & par conséquent s'attirent (2106) ; car le pole nord *n* de la partie ESF se trouve placé devant le pôle sud *s* de la partie ENF. *Fig.* 306.

2110. Les phénomenes de l'attraction & de la

répulsion réciproques de deux aimans, ou de deux barreaux d'acier aimantés (2123), sont ceux qui ont le plus excité l'admiration des Physiciens, & qui ont fait dire à quelques-uns des Anciens, que l'aimant étoit animé. En effet, qu'y a-t-il de plus singulier que de voir deux aimans se porter l'un vers l'autre comme par sympathie; s'approcher avec vîtesse comme par empressement; s'unir par un côté déterminé au point de ne se laisser séparer que par une force quelquefois considérable; témoigner ensuite, dans une autre situation, une haine réciproque qui les agite tant qu'ils sont en présence; se fuir avec autant de vîtesse qu'ils s'étoient recherchés, & n'être tranquilles que lorsqu'ils sont éloignés l'un de l'autre? Ce sont cependant les circonstances des phénomenes de l'attraction & de la répulsion des aimans, comme il est facile de s'en convaincre par l'expérience, en les plaçant de maniere qu'ils puissent être très-mobiles.

2111. Tous ces effets d'attraction & de répulsion réciproques des aimans, ainsi que l'attraction de l'aimant & du fer, ne sont arrêtés par l'interposition d'aucun corps solide ou fluide. Il n'y a qu'une trop grande distance qui empêche ces effets. Quelques Physiciens ont cependant prétendu que le fer interposé entre deux aimans, affoiblissoit leurs forces attractives & répul-

ſives : j'ai toujours éprouvé précisément le contraire.

2112. TROISIEME PROPRIÉTÉ. *Direction.* L'aimant dirige l'un de ſes poles vers le nord, & l'autre vers le ſud. Ainſi, lorſqu'on abandonne un aimant à lui-même, & qu'il eſt entiérement libre, en ſorte qu'il puiſſe ſe mouvoir ſans aucun empêchement, ſoit qu'on le ſuſpende à une corde treſſée & non filée, ſoit qu'on le mette dans un petit vaſe ſur l'eau, l'un de ſes poles ſe tourne alors vers le *nord*, & l'autre ſe tourne vers le *ſud*. Une aiguille de bouſſole (2182), libre ſur ſon pivot, & qui a été aimantée, ſe meut, & tourne l'une de ſes extrémités vers le *nord* & l'autre vers le *midi*, de la même maniere que l'aimant y tourne ſes poles.

2113. Cette propriété de direction eſt ſans doute la plus utile de toutes celles de l'aimant; & ſon utilité eſt aiſée à ſaiſir. Une aiguille qui ſe dirige conſtamment vers quelque point déterminé de l'horizon, peut ſervir à s'orienter dans un lieu où l'on ne voit pas le ciel. C'eſt le cas d'un Voyageur, qui eſt dans un vaiſſeau pendant un temps obſcur : car, dans un temps ſerein, on dirige la route d'un vaiſſeau par l'inſpection des aſtres; mais quand le ciel devient couvert, il faut avoir recours à la bouſſole (2182), qui, par la

direction de ſon aiguille, indique la route qu'on doit ſuivre. Il eſt aiſé de voir par-là que l'origine de la bouſſole, ſi utile aux Navigateurs, n'eſt qu'une heureuſe application de cette propriété de l'aimant.

2114. QUATRIEME PROPRIÉTÉ. *Déclinaiſon.* Quelque avantage que l'on tire de la direction de l'aimant, par le moyen de la bouſſole (2182), ſon uſage eſt encore très-défectueux, à cauſe de la variation de ſa déclinaiſon. L'aimant, qui a la propriété de diriger l'un de ſes poles vers le nord & l'autre vers le ſud (2112), s'écarte ſouvent de cette direction, & ne tend pas vers le vrai nord: c'eſt cet écart qu'on appelle *déclinaiſon*. On entend par-là que le pole de l'aimant (2087) s'éloigne du nord, ou, ce qui eſt la même choſe, de la ligne méridienne du lieu où l'on eſt; il s'en écarte plus ou moins, ſoit vers l'eſt, ſoit vers l'oueſt. Cette déclinaiſon ſe meſure par l'arc d'un cercle parallele à l'horizon, compris entre la ligne méridienne du lieu où l'on obſerve & la direction actuelle de l'axe de l'aimant (2089).

2115. Si cette déclinaiſon étoit conſtante, elle ceſſeroit d'être une défectuoſité, ou du moins elle en ſeroit une très-légere, & de laquelle il ſeroit aiſé de tenir compte. Mais, non ſeulement elle eſt différente en différens endroits, elle varie encore continuellement,

continuellement, ſoit pour les lieux, ſoit pour les temps; & ſa variation ne ſuit aucune loi connue. Il eſt cependant vrai que depuis plus d'un ſiecle & demi, l'aiguille aimantée décline à Paris tous les ans, du même ſens, d'environ 10 minutes: car, en 1610, elle y déclinoit de 8 degrés vers l'eſt, & en 1787, de 21 degrés 36 minutes vers l'oueſt; en ſorte qu'elle a varié de 29 degrés 36 minutes dans l'intervalle de 177 ans.

2116. Il y a cependant quelques endroits de la terre où l'aiguille aimantée ſe dirige directement vers le nord & le midi: elle décline par-tout ailleurs, ſoit vers l'orient, ſoit vers l'occident: ce qui fait qu'on diſtingue cette *déclinaiſon* en *orientale* & en *occidentale*.

2117. M. *Halley* a conſtruit une carte (*voyez l'Eſſai de Phyſ. de Muſſchenbroeck, pl.* XXIX.) ſur laquelle ſont marquées les déclinaiſons de l'aiguille aimantée, telles qu'elles étoient en 1700, dans tous les endroits de la terre, depuis le ſoixantieme degré de latitude (1907) ſeptentrionale juſqu'au ſoixantieme degré de latitude méridionale. Il ſe trouvoit alors trois lignes ſur la terre où il n'y avoit point de déclinaiſon. Une de ces lignes commençoit à la Caroline en Amérique, & paſſoit par l'Océan Atlantique & la mer Ethiopique. Une autre commençoit à la Chine, d'où elle ſe rendoit du côté du midi, en paſſant entre les

Isles Philippines & celle de Borneo, & par la Nouvelle-Hollande. Enfin une troisieme se trouvoit dans la mer du Sud, commençoit à la Californie, & s'étendoit du côté de la mer Pacifique.

2118. On a aussi observé, depuis quelques années, que la déclinaison de l'aiguille aimantée étoit sujette à une variation diurne, qui la portoit le matin vers l'ouest, & le soir vers l'est. En 1787, sa plus grande variation a été observée à Paris, en Septembre, de 19′ 10″; & en Décembre, de 10′ 57″.

2119. CINQUIEME PROPRIÉTÉ. *Inclinaison.* L'aimant n'a pas seulement un mouvement horizontal, par lequel son axe (2089) fait un angle avec la ligne méridienne : il en a aussi un vertical, par lequel le même axe fait un autre angle avec le plan de l'horizon ; de sorte qu'une des extrémités de cet axe s'incline vers la terre. Pour vous en assurer, prenez un aimant auquel on aura donné une figure sphérique; mettez-le flotter sur du mercure; son axe s'inclinera constamment à l'horizon. On peut l'éprouver de même avec une aignille aimantée. Pour cela, il faut passer
Fig. 307. un axe C D (*fig.* 307.) au travers d'une aiguille S N; que cet axe soit bien perpendiculaire à la longueur de l'aiguille, & qu'il passe exactement par son centre de gravité ; que ses tourillons soient exactement ronds & bien

polis, & du plus petit diametre que le permettra la peſanteur de l'aiguille. Enfin, que cet axe roule ſur deux plans bien horizontaux, très-durs & très-polis; de maniere que cette aiguille ſoit placée comme un fléau de balance. Après l'avoir miſe bien en équilibre avec elle-même, en rendant ſes deux moitiés également peſantes, on lui communiquera la vertu magnétique en la frottant ſur les pôles d'un bon aimant (2087). Alors cette partie N de l'aiguille, qui ſe dirige vers le nord, s'inclinera à l'horizon dans notre hémiſphere ſeptentrional; & dans l'hémiſphere méridional, ce ſera la partie S de l'aiguille, qui ſe dirige vers le ſud, qui s'abaiſſera vers la terre. C'eſt cet abaiſſement ou dépreſſion de l'aiguille que l'on nomme *inclinaiſon*.

2120. Cette aiguille fait donc alors un angle avec le plan de l'horizon; & cet angle ſe meſure par l'arc d'un cercle vertical, compris entre la ligne horizontale & la direction actuelle de l'aiguille. Pour meſurer commodément cet angle, on éleve verticalement, ſur le pied de l'aiguille, une portion de cercle AE diviſée en degrés, &c. & l'on place l'aiguille dans la direction convenable au lieu où l'on eſt. Le nombre de degrés, ou l'arc AB de ce cercle vertical, compris entre la ligne horizontale CA & la direction actuelle SB de l'aiguille, donne ſon inclinaiſon pour le lieu où

on l'obſerve. En 1787, elle a été obſervée à Paris de 71 degrés.

2121. Cette inclinaiſon varie beaucoup dans les différentes régions de notre globe, & cela ſans ſuivre aucune loi connue, ſi ce n'eſt qu'elle va toujours en augmentant à meſure qu'on s'éloigne de l'équateur & qu'on s'approche de l'un des poles; de ſorte que cette inclinaiſon eſt d'autant plus conſidérable, que l'aiguille eſt plus proche des poles de la terre; & d'autant moindre, qu'elle eſt plus proche de l'équateur; en ſorte que ſous la ligne, l'aiguille eſt parfaitement horizontale. Cette inclinaiſon varie auſſi dans les différens temps de l'année, & dans les différentes heures du jour.

2122. Les Navigateurs ſont fâchés que l'aimant ſoit ſi riche en propriétés; ils ne regardent pas plus favorablement ſon inclinaiſon, que ſa déclinaiſon. Lorſqu'ils vont de l'équateur vers l'un des poles, l'aiguille de leur bouſſole (2182) reçoit quelques degrés de cette inclinaiſon; ce qui, l'empêchant de demeurer horizontale, lui ôte une partie de ſa mobilité. Pour remédier à cet inconvénient, les Pilotes ajoutent un peu de poids vers l'extrémité de l'aiguille oppoſée à celle qui s'incline, en faiſant tomber deſſus quelques gouttes de cire. C'eſt ce qu'on appelle *rappeler la roſette.*

2123. Sixieme Propriété. *Communication.* Lorſqu'on frotte une lame de fer ou d'acier ſur

un aimant, ſur ſes poles ou ſur les pieds de ſon armure, ce fer ou cet acier acquiert une vertu magnétique, & devient comme un autre aimant, en ayant toutes les propriétés; enfin il eſt un aimant lui-même. Il a des poles; il attire le fer & l'acier; il repouſſe un autre aimant ou une aiguille aimantée qui ſe préſente à un de ſes poles par ſon pole de même nom; il dirige l'un de ſes poles vers le nord, & l'autre vers le ſud; il décline vers l'orient ou l'occident, ſelon le lieu dans lequel il ſe trouve; il incline l'un de ſes poles à l'horizon; ſavoir, ſon pole nord dans l'hémiſphere ſeptentrional, & ſon pole ſud dans l'hémiſphere méridional; enfin il eſt capable de communiquer toutes ces propriétés à un autre fer ou à un autre acier, de même que le pourroit faire un aimant lui-même. Ce fer ou cet acier, ainſi aimanté, s'appelle *aimant artificiel*.

2124. Au premier contact du fer contre l'aimant, la vertu magnétique ſe communique; mais un contact réitéré juſqu'à un certain point augmente la vertu communiquée. Cependant, ſi l'on frottoit le fer contre l'aimant en ſens contraire de celui dans lequel on l'a frotté d'abord, cela feroit perdre, ou du moins diminueroit la vertu.

2125. La communication de la vertu magnétique n'épuiſe en aucune maniere ſenſible l'aimant dont on emprunte la vertu. Quel que ſoit le

nombre de lames de fer ou d'acier qu'on aimante avec une même pierre, on ne diminue rien de sa force ; on voit même quelquefois des aimans qui donnent au fer plus de vertu attractive qu'ils n'en ont eux-mêmes, sans que pour cela leur force paroisse diminuer.

2126. Le fer ne s'enrichit pas non plus aux dépens de l'aimant, quelque vertu qu'il acquiere : car on a pesé exactement une lame d'acier polie & un aimant armé (2095 *& suiv.*); & après avoir tenu note du poids de chacun séparément, on a aimanté la lame : après l'opération, on a trouvé le poids de chacun de ces corps exactement le même.

2127. Ce ne sont pas toujours les aimans qui ont le plus de vertu attractive, c'est-à-dire, qui levent les plus grands poids, qui communiquent le plus de vertu : l'expérience a appris que des aimans, qui n'ont que peu de vertu attractive, en communiquent cependant une très-forte au fer ou à l'acier qu'ils touchent. Aussi distingue-t-on les aimans en *généreux* & en *vigoureux*. On appelle *généreux*, ceux qui communiquent aisément & fortement leur vertu ; & l'on nomme *vigoureux*, ceux qui portent un poids considérable, eu égard à leur grosseur.

2128. On a imaginé plusieurs méthodes, moyennant lesquelles on communique au fer & sur-tout à l'acier une très-grande vertu magnéti-

que. Ces méthodes ont été inventées, 1°. par M. *Knight*, Médecin à Londres; 2°. par M. *Canton*, de la Société Royale de Londres; 3°. par M. *Mitchell*, Membre du Collége de la Reine à Cambridge; 4°. par M. *Pierre Le Maire*, Ingénieur pour les inſtrumens de Mathématiques, à Paris; 5°. par M. *Duhamel*, de l'Académie Royale des Sciences de Paris; 6°. par M. *Antheaume*, Syndic des Tontines, à Paris.

2129. *Méthode de M. Knight.* On ne ſait de la méthode de M. *Knight*, que la maniere dont il procéda en préſence de la Société Royale de Londres, pour aimanter deux aiguilles de bouſſole de mer, avec deux de ſes barreaux magnétiques, longs de 15 pouces & déjà aimantés. Voici cette méthode. Il prit deux barreaux magnétiques A, B, (*fig.* 308.) : il les aligna tous deux, & les mit en contact par les poles de différens noms, l'un ſe préſentant à l'autre par ſon pole nord *n*, & l'autre ſe préſentant au premier par ſon pole ſud *s*. Enſuite il poſa ſur le milieu de ces deux barreaux, une aiguille *a a*, de façon que ſon centre ſe trouva directement au deſſus de la ligne de contact des deux barreaux. L'aiguille étant poſée de cette façon, on appuya, avec le doigt, ſur ſon centre, & on tira les barreaux chacun de leur côté, en les ſéparant l'un de l'autre, & les faiſant gliſſer ſous l'aiguille; laquelle ac- *Fig.* 308.

quit, par cette ſeule friction, la plus forte vertu magnétique proportionnée à ſa maſſe.

2130. *Méthode de M. Canton.* Prenez une douzaine de lames, dont ſix d'acier non-trempé, ayant 3 pouces de long, un quart de pouce de large & un vingtieme de pouce d'épais, avec deux morceaux de fer de même largeur & épaiſſeur que ces lames, mais de la moitié plus courts; & que les ſix autres lames ſoient d'acier trempé de tout ſon dur, & aient chacune cinq pouces & demi de long, un demi-pouce de large & trois vingtiemes de pouce d'épais, avec deux morceaux de fer préciſément de même par rapport à ces lames, que ſont les deux premiers par rapport aux leurs. Il faut de plus que toutes ces lames ſoient marquées tout autour, vers l'une de leurs extrémités. Ayant communiqué la vertu magnétique à quatre de ces lames d'acier non-trempé, couchez les deux autres parallelement ſur

*Fig.* 309. une table (*fig.* 309.) entre les deux morceaux de fer qui leur appartiennent, de façon que ces deux lames ſoient diſtantes l'une de l'autre d'un quart de pouce; & que le bout marqué de l'une, deſtiné à devenir ſon pole du *nord* (*c'eſt, ſelon la maniere de s'exprimer des Anglois, ſon pole du ſud*), & le bout non marqué de l'autre, deſtiné à devenir ſon pole du *ſud*, repoſent contre le même morceau de fer; & de même les

deux autres extrémités contre l'autre morceau de fer. Enſuite prenez deux des quatre lames déjà aimantées ; placez-les enſemble l'une ſur l'autre, en ſorte qu'elles forment comme une ſeule lame d'une double épaiſſeur, le pole du nord de l'une répondant au pole du ſud de l'autre ; & poſez les deux autres deſſus les premieres, tellement qu'il ſe trouve deux poles du ſud & deux poles du nord enſemble. Enfin, entre l'une des deux extrémités de ces lames, mettez une groſſe épingle *e*, pour ſéparer le pole du nord du pole du ſud ; & cette extrémité étant tournée en en-bas, placez ces lames perpendiculairement ſur le milieu d'une des lames horizontales, de ſorte que le pole du nord de celle-ci réponde au pole du ſud des verticales, & que ſon pole du ſud réponde à leur pole du nord. Tout étant ainſi diſpoſé, faites gliſſer les verticales quatre ou cinq fois ſur la lame horizontale, en allant & venant d'un bout à l'autre ; & les ôtant enſuite de deſſus cette lame par le milieu, répétez la même opération ſur l'autre ; après quoi retournez-les toutes les deux, & frottez-les de même ſur l'autre côté. Ceci étant fait, ôtez ces deux lames d'entre les morceaux de fer ; ſubſtituez à leur place les deux les plus extérieures des verticales ; & faites, des deux lames verticales reſtantes, & des deux horizontales, un faiſceau tout ſemblable au premier, en obſervant ſeule-

ment que les premieres verticales ſoient alors les plus extérieures : enſuite de quoi vous frotterez avec celles-ci, comme auparavant, les deux autres que vous venez de placer horizontalement. Vous répéterez ce procédé jusqu'à ce que chacune de ces lames ait été touchée quatre ou cinq fois ; ce qui leur donnera une très-grande vertu magnétique.

2131. Pour aimanter avec ces lames celles d'acier trempé, diſpoſez-les toutes les ſix comme les quatre verticales dont nous venons de parler (2130), & frottez ou touchez ſucceſſivement, avec ces ſix lames, quatre de celles d'acier trempé, placées horizontalement, comme ci-deſſus, entre leurs morceaux de fer, à une diſtance d'un quart de pouce l'une de l'autre. Ayant ainſi communiqué, à ces quatre lames d'acier trempé, une vertu magnétique ſuffiſante, rejettez les ſix petites, & ſervez-vous de ces quatre dernieres, pour aimanter, ſelon la méthode précédente (2130), les deux lames d'acier trempé qui reſtent, & enſuite les deux extérieures des verticales, &c. comme ci-deſſus.

2132. On doit faire attention à ne jamais ſéparer, par en bas, les lames verticales d'acier trempé, que lorſqu'elles ſont ſur la lame horizontale ; & il faut les rapprocher l'une contre l'autre avant de les en ôter. De plus, leur intervalle doit être de deux dixiemes de pouce. Tout ceci étant

obſervé, on procédera, ſuivant ce que nous avons dit ci-deſſus (2130), juſqu'à ce que ces ſix lames aient été touchées chacune deux ou trois fois.

2133. Comme la touche verticale ne communique pas aux lames, dit M. *Canton*, toute la vertu magnétique dont elles ſont ſuſceptibles, il faut, pour le faire, les poſer parallélement, comme ci-deſſus; entre leurs morceaux de fer (*fig.* 310.), & les frotter avec deux autres lames poſées à peu près horizontalement; leſquelles lames on tire en même temps, en partant du milieu, l'une ayant ſon pole du nord ſur la partie ſud de la lame couchée, & l'autre ayant ſon pole ſud ſur la partie nord de cette même lame. On répétera la même opération juſqu'à trois ou quatre fois ſur chacun des côtés de cette lame, en obſervant de rapporter toujours au milieu les lames frottantes, ſans qu'elles ſe touchent l'une & l'autre. Par ce moyen, dit encore M. *Canton*, la lame couchée acquiert la plus grande vertu magnétique qu'elle ſoit ſuſceptible d'acquérir : ce que l'on prouve par l'impoſſibilité où l'on eſt de lui en communiquer davantage, ſoit en l'aimantant par la *touche verticale*, avec un plus grand nombre de lames, ou par la *touche horizontale*, avec des lames qui aient plus de vertu. On peut communiquer à chacune de ces lames, ſi elles ſont bien trempées, une aſſez grande vertu magné- *Fig.* 310.

tique, pour qu'elles portent un poids de 28 onces; & même davantage.

2134. Lorsqu'une fois ces lames sont bien aimantées, elles en aimantent d'autres trempées, & toutes semblables, aussi fortement qu'elles peuvent l'être, en moins de deux minutes. C'est pourquoi elles peuvent satisfaire à tous les besoins que l'on en a, soit pour la Marine, soit pour la Physique expérimentale, beaucoup mieux que les aimans naturels, qui, comme l'on sait, ne sont pas assez vigoureux pour aimanter des lames trempées (2168). Ces lames conservent très-bien leur vertu, en les mettant dans un étui (*voyez*
*Fig.* 311. *fig.* 311.), de façon que les deux poles de mêmes noms ne se trouvent point ensemble, & que les deux morceaux de fer soient couchés dessus, comme une lame de plus.

2135. *Méthode de M. Mitchell.* Préparez une douzaine de lames d'acier commun, longues chacune de 6 pouces, & larges de 6 lignes, sur un peu plus de deux lignes d'épaisseur : trempez-les, & prenez garde que le feu ne soit ni trop vif, ni trop lent, l'un & l'autre extrême étant nuisible. Ces lames doivent être marquées à l'une de leurs extrémités, afin de pouvoir distinguer l'une de l'autre. Pour cela, il suffira d'y donner un seul coup de ciseau dans le temps qu'elles sont encore chaudes. Après avoir trempé ces lames, il faut

en éclaircir les extrémités ſur une meule à aiguiſer les raſoirs : c'eſt le moyen de les rendre plus propres à ſoulever un poids, & peut-être de les rendre un peu meilleures pour aimanter des aiguilles. On peut, pour la propreté, faire polir de même la lame en entier, quoique cela ne ſoit pas néceſſaire. Les proportions qu'on vient de propoſer, ſont celles qui paroiſſent convenir le mieux : cela n'empêche cependant pas qu'on ne puiſſe faire des lames d'un autre volume & d'une autre forme, pourvu que l'on obſerve entre leur longueur & leur poids, les proportions indiquées dans la Table ſuivante.

| PIEDS. | POUCES. | LIVRES. | ONCES. |
|---|---|---|---|
| 0 | 6 | 0 | $1\frac{3}{4}$ |
| 0 | 8 | 0 | 4 |
| 0 | 10 | 0 | 7 |
| 1 | 0 | 0 | 11 |
| 1 | 6 | 2 | 0 |
| 2 | 0 | 4 | 3 |
| 2 | 6 | 7 | 8 |
| 3 | 0 | 12 | 0 |
| 4 | 0 | 25 | 0 |
| 5 | 0 | 45 | 8 |
| 6 | 0 | 73 | 0 |

2136. Les lames d'acier étant préparées, comme nous venons de le dire, il faut travailler à placer le pole du *nord* à l'extrémité marquée, & le pole du *ſud* à celle qui ne l'eſt pas. Pour cela faire, rangez une demi-douzaine de ces lames de maniere qu'elles forment une ligne *nord & ſud*, & que le bout de la premiere, qui n'eſt pas marqué, touche le bout marqué de la ſuivante, & ainſi de ſuite, faiſant attention que les bouts marqués de toutes ces lames ſoient tournés vers le nord. Cela fait, prenez un aimant armé (2095 *& ſuiv.*) & placez ſes deux poles ſur la premiere des ſix lames, le pole du *ſud* vers le bout marqué de la lame, qui eſt deſtiné à devenir le pole du *nord*, & le pole du *nord* de l'aimant vers le bout non marqué de la lame, qui eſt deſtiné à devenir le pole du *ſud*. Coulez enſuite la pierre ſur la ligne des lames d'un bout à l'autre trois à quatre fois, prenant garde qu'elles en ſoient toutes touchées. Après cette premiere opération, ôtez de leur place les deux lames du milieu; placez-les aux deux extrémités de la ligne, & ſubſtituez en leur place celles qui auparavant terminoient la ligne, en conſervant toujours la même diſpoſition par rapport aux bouts marqués & non marqués; faites alors gliſſer votre pierre dans le même ſens que ci-devant ſur les quatre lames du milieu ſeulement, ſans aller juſqu'au bout de la ligne; parce que les

lames qui la terminent actuellement de chaque côté, & qui étoient auparavant au milieu, ont déjà acquis plus de vertu qu'elles ne pourroient en recevoir dans l'endroit où elles sont présentement, & que, bien loin d'acquérir une augmentation de vertu, elles perdroient peut-être quelque chose de celle qu'elles ont déjà, si on les aimantoit de nouveau. Après avoir aimanté le dessus de ces six lames selon les regles que nous venons de prescrire, il faut retourner la ligne entiere des lames, afin d'en aimanter le dessous de la même maniere qu'on en a aimanté le dessus: il ne faudra cependant pas faire couler la pierre d'un bout de la ligne à l'autre, dans cette seconde opération; il faudra se contenter de la faire passer sur la seconde, la troisieme, la quatrieme & la cinquieme lames: vous transporterez ensuite au milieu les deux lames qui terminoient la ligne, mettant à leur place celles qui étoient au milieu; vous les aimanterez de même chacune à leur tour.

2137. Si vous n'avez point d'aimant armé, prenez-en un qui ne le soit pas, & rangeant, comme ci-dessus, vos lames sur une ligne, placez le pole du *nord* de votre aimant sur l'extrémité marquée de la lame la plus éloignée, & faites-le glisser jusqu'au bout sur la ligne entiere des lames. Après quoi tournez votre aimant, &, changeant de pole, mettez celui du *sud*, non pas à l'extré-

mité, mais à peu près au milieu de la lame qui vient d'être touchée la derniere : faites-le glisser dessus de nouveau jusqu'au milieu de la premiere. Là, changez encore de pole, &, prenant garde de placer toujours votre aimant au milieu, faites-le glisser encore jusqu'au bout, comme la premiere fois ; ce que vous répéterez à quatre ou cinq reprises. Vous placerez ensuite au milieu les deux lames qui jusqu'alors terminoient la ligne ; & mettant le pole du *nord* de votre aimant sur l'extrémité marquée de ces deux lames, vous ferez couler votre aimant jusqu'à l'extrémité qui n'est pas marquée. Placez ensuite le pole du *sud* sur le bout qui n'est pas marqué, & faites-le couler jusqu'au bout marqué ; ce que vous répéterez trois à quatre fois. Vous retournerez après cela la ligne entiere des lames, pour en aimanter le dessous de la même façon.

2138. Après avoir communiqué, ainsi que nous venons de le dire (2136, 2137), un petit degré de vertu magnétique à une demi-douzaine de ces lames, rangez l'autre demi-douzaine, qui n'a point encore été aimantée, sur une ligne A B
*Fig.* 312. (*fig* 312.), de la même façon que vous avez rangé la premiere demi-douzaine déjà aimantée. Le bout marqué des lames, destiné à devenir le pole du *nord*, est tourné vers B ; & le bout non marqué, destiné à devenir le pole du *sud*, est tourné vers

A.

A. Divisez ensuite la demi-douzaine des lames déjà aimantées en deux faisceaux, dont le premier C D en contient trois, & les trois autres composent le second faisceau E F. Elles s'appuient les unes contre les autres par le haut, & elles sont séparées par le bas au moyen d'un petit morceau de bois (ou de telle autre matiere qu'on voudra, pourvu que ce ne soit pas du fer) qui a une ligne ou un peu plus d'épaisseur. Les trois aimans ou lames, qui composent le faisceau CD, lequel est placé vers le bout non marqué des lames à aimanter, ces trois lames, dis-je, ont leurs poles du *nord* placés en en-bas; & leurs extrémités qui ne sont pas marquées, c'est-à-dire, leurs poles du *sud*, placés en en-haut. Au contraire les trois lames du faisceau E F, lequel est placé vers le bout marqué des lames à aimanter, ont en en-bas leurs poles du *sud*; & en en-haut leurs poles du *nord*. Ces six lames aimantées étant ainsi disposées, faites-les glisser trois à quatre fois d'un bout à l'autre dans toute la longueur de la ligne, opérant avec ces lames de la même façon que si elles étoient un véritable aimant. Après quoi, placez au milieu de la ligne, comme on l'a dit ci-dessus (2136), les deux lames qui ont été jusqu'alors aux extrémités, &c.

2139. Si les six lames aimantées en premier

lieu ont reçu de l'aimant, dont on s'eſt ſervi au commencement, un degré ſuffiſant de vertu, cette ſeconde demi-douzaine, par les moyens que nous venons de recommander (2138), recevra une vertu bien plus forte que celle des premieres lames dont on vient de ſe ſervir pour les aimanter. C'eſt pour cela, dit M. *Mitchell*, que vous ferez bien maintenant de placer cette premiere demi-douzaine ſur une ligne, & de l'aimanter à ſon tour par le ſecours de la derniere demi-douzaine, à laquelle elle vient elle-même de communiquer la vertu magnétique. Et en leur faiſant ainſi changer de rôle, ſervez-vous tour à tour d'une de ces deux demi-douzaines pour aimanter l'autre, juſqu'à ce que toutes ces lames aient reçu autant de vertu qu'elles en peuvent conſerver; ce que vous connoîtrez, quand la répétition de ces opérations ne leur donnera plus aucune augmentation de force. Des lames de 6 pouces, aimantées ſelon ces regles, & bien trempées, doivent porter chacune, par un ſeul de leurs poles, un poids de fer d'une livre, ou même davantage.

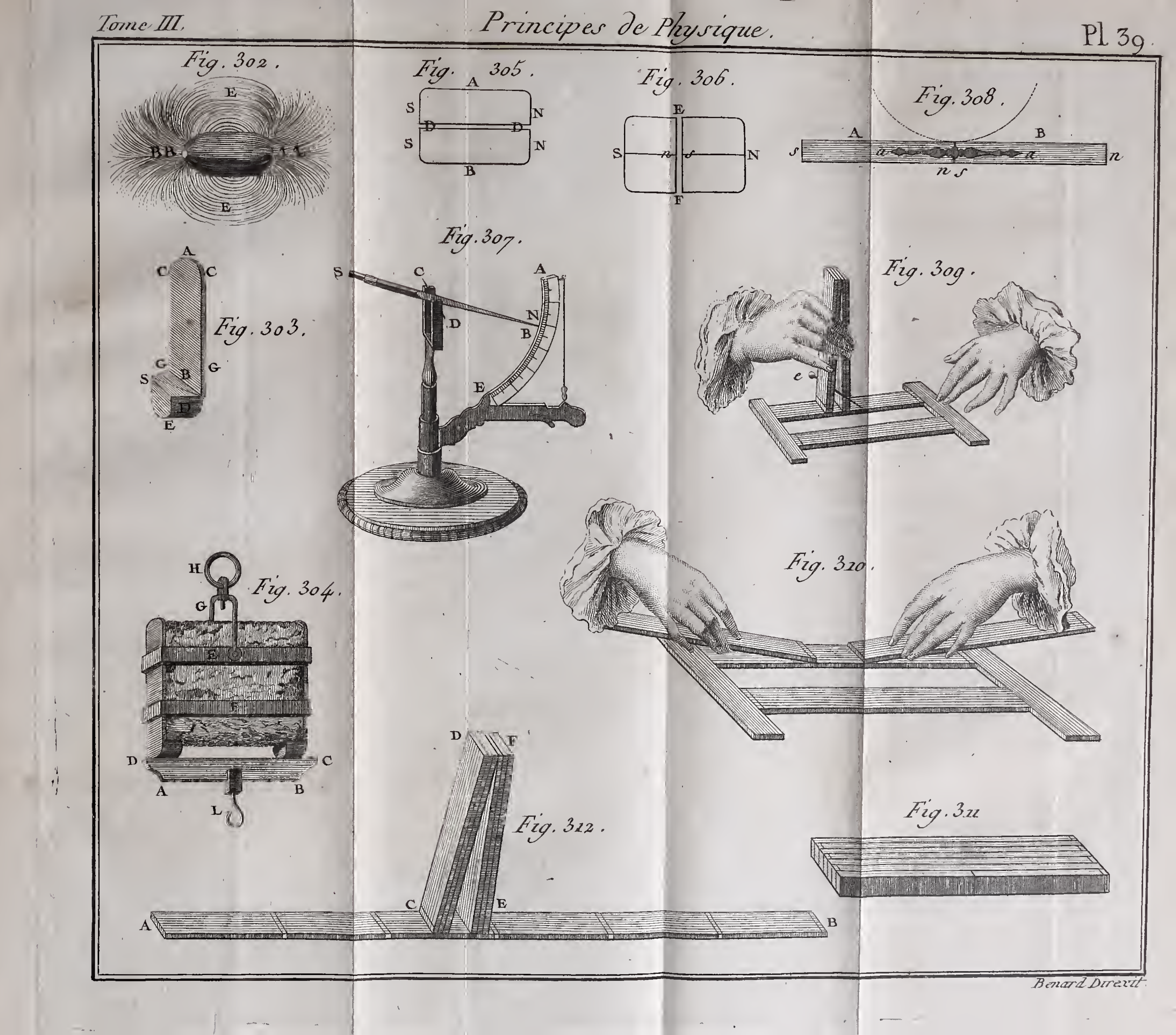
2140. Dans la méthode de M. *Mitchell*, les ſix lames aimantées dont on fait uſage pour aimanter les autres, doivent être placées trois d'un côté, comme nous l'avons déjà dit (2138), ayant leurs poles du *nord* en en-bas, tandis

que les trois de l'autre côté auront en en-bas leurs poles du *ſud*. Mais, comme il arrive que, quand divers aimans réunis ont leurs poles de mêmes noms placés du même côté, ces aimans ſe nuiſent ordinairement les uns aux autres ; à moins qu'on ne vienne à bout de les en empêcher par une oppoſition d'action, M. *Mitchell* recommande comme une précaution abſolument néceſſaire, & à laquelle on ne ſçauroit faire trop d'attention, de ne jamais placer en même temps deux lames d'un même côté ; mais il faut, dit-il, les mettre une à une. Ainſi, en plaçant la premiere du faiſceau C D, il faut placer en même temps la premiere du faiſceau E F, & ainſi des autres. On doit auſſi les déplacer avec les mêmes précautions. Pour en faire uſage, on fait que les deux faiſceaux ſe touchent d'un bout à l'autre ; & on ne les ſépare par le bas, que quand ils ſont placés ſur la ligne qu'ils doivent aimanter. ( Voyez le *Traité des Aimans artificiels* du P. Rivoire ).

2141. *Méthode de M. Pierre Le Maire.* Elle conſiſte à placer le barreau d'acier qu'on veut aimanter, ſur un autre de même métal beaucoup plus long, & déjà aimanté : en aimantant le petit barreau dans cette poſition, on lui communique beaucoup plus de vertu, que ſi on l'aimantoit ſeul. Le procédé de M. *Le Maire* eſt rap-

porté par M. *Duhamel*, dans les *Mém. de l'Acad. des Sciences pour l'année* 1745.

2142. *Méthode de M. Duhamel.* Cette méthode consiste à se procurer quatre grandes barres & deux petites, les unes & les autres du meilleur acier d'Angleterre. Les grandes barres auront au moins 2 pieds 6 pouces de longueur, 12 à 15 lignes de largeur, & 5 ou 6 lignes d'épaisseur : elles seront trempées dures & bien polies : une de leurs extrémités sera marquée d'un S, & l'autre d'une N, pour distinguer leurs poles. Les deux petites barres, destinées à devenir, dans la suite, les barreaux magnétiques, auront 10 ou 12 pouces de longueur, sur environ 6 à 7 lignes de largeur, & 4 à 5 lignes d'épaisseur; elles doivent être bien polies & trempées de tout leur dur, sans aucun recuit. Leurs extrémités seront aussi distinguées par les lettres S & N. On aura aussi deux petites regles de bois, l'une pour les grandes & l'autre pour les petites barres qui auront la longueur & l'épaisseur des barres correspondantes, & seront les unes larges de 8 ou 10 lignes, & les autres larges de 3 ou 4 lignes; elles sont destinées à mettre entre ces barres, pour empêcher qu'elles ne se touchent. Il faut aussi se pourvoir de deux paires de parallélipipedes de fer doux, les uns de 18 à 20, & les autres de 7 à 8 lignes de largeur, dont l'épaisseur soit égale à celle de leurs barres,




Benard Direxit.

& qui aient de longueur la largeur des deux barres, & de plus celle de la regle de bois. Comme ces parallélipipedes de fer se placent au bout des barres, nous les nommerons les *contacts*.

2143. On aimantera, à l'ordinaire, deux des grandes barres que l'on nomme A, pour les distinguer des deux autres, que l'on nomme B; & cela en les coulant de toute leur longueur, l'une après l'autre, sur les talons de l'armure d'une bonne pierre d'aimant. Cette pierre doit être assez forte pour porter 18 ou 20 livres; car une plus foible ne pourroit pas bien aimanter les grandes barres.

2144. Les deux barres A étant ainsi un peu aimantées, on placera sur une grande table les deux barres B (*fig.* 313.), parallélement l'une à l'autre, avec la regle de bois entre deux, & au bout les contacts, de façon que le bout N de l'une soit du même côté que le bout S de l'autre; puis on ajoutera, au bout, les barres A, qui sont déjà un peu aimantées, de façon que le bout N de la barre A 1 touche le contact vis-à-vis le bout S de la barre B 1 : l'autre barre A 2 sera placée à l'autre bout de la même barre B 1, de façon que le bout S de la barre A 2 touche le contact vis-à-vis le bout N de la barre B 1. Tout étant ainsi disposé, on passera trois ou quatre fois le talon N de l'armure de la pierre d'aimant, *Fig.* 313.

depuis le bout N de la barre A 2 jusqu'au bout S de l'autre barre A 1, faisant couler l'armure de la pierre tout du long des trois barres : alors la barre B 1 sera bien aimantée sur une de ses faces. Il faut aimanter de même la barre B 2 ; pour cela on transportera la barre A 1 du côté de la barre A 2, la plaçant de façon que le bout N de la barre A 1 touche le contact vis-à-vis le bout S de la barre B 2 ; & on transportera la barre A 2 du côté de la barre A 1, pour la placer de façon que le bout S de la barre A 2 touche le contact vis-à-vis le bout N de la barre B 2 : &, tout étant ainsi disposé, on passera trois ou quatre fois le talon N de l'armure de la pierre, commençant par le bout N de la barre A 2, & finissant par le bout S de la barre A 1. Alors la barre B 2 sera aussi bien aimantée sur une de ses faces, que la barre B 1 l'avoit été par la premiere opération. On écartera ensuite les deux barres A, pour retourner sur l'autre face les deux barres B ; & ayant replacé, comme nous venons de l'expliquer, les deux barres A, successivement & dans le même ordre, vis-à-vis les bouts des barres B, on passera, comme ci-dessus, le talon N de l'armure de la pierre d'aimant, commençant par N & finissant par S.

2145. Alors les deux barres B étant assez bien aimantées, on fera un échange ; & on mettra les deux barres A à la place des deux barres B,

mettant au bout, vis-à-vis les contacts, les deux barres B, selon les regles suivant lesquelles les barres A ont été placées dans l'opération précédente (2144) : & l'on aimantera les barres A sur leurs deux faces, comme on a aimanté les barres B.

2146. Après ces opérations, les quatre barres seront assez bien aimantées : on augmentera cependant encore leur force magnétique, si l'on répete deux ou trois fois la même chose, mettant alternativement les barres B au milieu, & ensuite les barres A.

2147. Quand les quatre grandes barres seront une fois bien chargées de vertu magnétique, on n'a plus besoin de pierre d'aimant pour communiquer une grande vertu à de petits barreaux de 9, 10, 12 pouces de longueur, semblables à ceux de M. *Knight*.

2148. Pour les toucher, il n'y a qu'à les mettre sur une table, comme les grandes barres (2144), avec la regle de bois entre deux, & les contacts à leurs extrémités (*fig.* 314.); placer au bout, comme nous l'avons expliqué ci-dessus (2144), deux des grandes barres, celles qui paroîtront les moins fortes, A, par exemple. On posera ensuite sur le milieu d'un des petits barreaux les deux bouts des barres B, de façon que le bout N de la barre B 1 soit du côté S du petit barreau, & le *Fig.* 314.

bout S de la barre B 2 du côté N du petit barreau. Alors on ſéparera les deux barres B, en les ouvrant comme on ouvre un compas, & faiſant couler la barre B 1 juſqu'à l'extrémité S de la barre A 1, & la barre B 2 juſqu'à l'extrémité N de la barre A 2. Cette même opération étant répétée trois ou quatre fois ſur chacune des deux faces des deux petits barreaux, ils auront acquis une très-grande force magnétique; ſi l'acier, dont ils ſont faits, eſt trempé bien dur, & qu'il ſoit de nature à bien recevoir la vertu magnétique; car il s'en trouve quelquefois qui n'y eſt point du tout propre, quoiqu'on n'en puiſſe pas dire la raiſon.

2149. On doit employer par préférence, dit M. *Duhamel*, l'acier trempé en paquet, parce qu'il eſt communément très-propre à recevoir la vertu magnétique. Il eſt bon, quand les barreaux ſont forgés, de les écrouir à petits coups de marteau, à meſure qu'ils refroidiſſent. Les bons Forgerons ont coutume de les écailler, en trempant leur marteau dans l'eau; & cette précaution eſt fort bonne.

2150. Il eſt bien difficile d'empêcher que les barreaux ne ſe tourmentent, quand on les trempe. Pour diminuer cet inconvénient, il faut recommander aux Forgerons de ne point redreſſer leurs barreaux à froid, mais de les faire chauffer toutes les fois qu'il eſt beſoin de les redreſſer; car

les barreaux qu'on a redreſſés à froid, reprennent leur courbure lorſqu'on les trempe.

2151. M. *Duhamel*, au moyen des procédés dont nous venons de donner le détail, a communiqué à deux petits barreaux, qui peſoient 6 onces 3 gros 36 grains, une vertu magnétique aſſez grande pour leur faire porter 2 livres 4 onces 3 gros, c'eſt-à-dire, un peu plus de $5\frac{1}{2}$ fois leur poids.

2152. Il faut, pour que ces barreaux conſervent leur vertu, les tenir toujours dans une boîte avec leurs contacts, qui doivent être de fer fort doux, de même épaiſſeur que les barreaux, & ſuffiſamment larges pour que la vertu magnétique ne ſe faſſe point appercevoir au travers des contacts. On ne doit jamais tirer les barreaux ſeul à ſeul de leur boîte; mais, lorſqu'on veut s'en ſervir, il faut les faire couler doucement de leur boîte ſur une table, & cela dans la même poſition dans laquelle ils ſont dans leur boîte, ayant la regle de bois entre eux deux, & les contacts à leurs extrémités. Alors, faiſant gliſſer un des contacts, on ouvre les deux barreaux comme les deux branches d'un compas, de façon que le pole du *nord* de l'un ſe préſente au pole du *ſud* de l'autre.

2153. *Méthode de M. Antheaume.* Je place horizontalement, dit-il, la barre que je veux aimanter; & je prends deux barres magnétiques,

que je diſpoſe en ligne directe, obſervant que le pole *nord* de l'une regarde le pole *ſud* de l'autre, & que ces deux poles ſoient ſéparés l'un de l'autre par un intervalle de l'épaiſſeur de trois cartes à jouer, ou d'environ une demi-ligne. Je les gliſſe dans cette poſition toutes deux enſemble, comme ſi elles ne faiſoient qu'un corps, ſur la lame que j'aimante en allant & venant lentement pluſieurs fois d'un bout à l'autre de cette lame, ſans la quitter; après quoi je la retourne, pour l'aimanter de même ſur l'autre face.

2154. Lorſque j'ai deux barres à aimanter, je les place parallélement, un peu éloignées l'une de *Fig.* 315. l'autre, le bout marqué N (*fig.* 315.) de l'une vis-à-vis le bout marqué S de l'autre, réuniſſant par deux contacts C, C, les quatre extrémités de ces deux barres; & dans cette diſpoſition, je les aimante l'une après l'autre, comme j'ai dit (2153) que j'aimante une ſeule barre. Cette union des deux barres, par le moyen des contacts, y procure une circulation du fluide magnétique pendant tout le cours de l'opération. Je leur communique par ce moyen une vertu magnétique conſidérable; ce que prouve, je crois, l'adhérence des contacts, qu'on ſépare très-difficilement de leurs barres.

2155. Deux choſes, dans cette maniere d'aimanter, contribuent, ſelon M. *Antheaume*, à lui donner plus d'effet que dans les autres méth

des; ſavoir, le mouvement modéré qu'il donne aux deux barres aimantées, en les gliſſant ſur la barre qu'il aimante; & la maniere de gliſſer en même temps les deux barres qui ſervent à aimanter, les laiſſant toujours jointes enſemble. 1°. En ne précipitant point le mouvement, il donne, à ce qu'il prétend, le temps au fluide magnétique de s'ouvrir plus de paſſages dans la barre qu'il aimante; ayant éprouvé que, ſi on accélere le mouvement, cette barre acquiert moins de vertu magnétique. 2°. La maniere de laiſſer toujours les deux barres jointes enſemble, fait qu'il ne ſe forme, pendant tout le cours de l'opération, qu'un ſeul tourbillon magnétique entre les deux barres aimantées & celle qu'il aimante. Cette réunion des tourbillons doit néceſſairement, dit-il, augmenter conſidérablement la vertu magnétique de la barre qu'on aimante; & cette réunion des tourbillons ne ſe trouve auſſi bien en aucune autre méthode: les lames ou barres y ont toujours leurs tourbillons ſéparés, & par conſéquent communiquent moins de vertu magnétique, le cours de ce fluide ſe trouvant ainſi partagé.

2156. En effet, par les épreuves que j'en ai faites, j'ai toujours trouvé la méthode de M. *Antheaume* la plus efficace, & en même temps la plus ſimple, la plus commode & la plus expéditive de toutes celles que je viens de décrire. En

employant cette méthode, j'ai communiqué à deux barreaux d'acier d'Angleterre, pesant ensemble 5 onces 4 gros 40 grains, une vertu magnétique assez grande pour leur faire porter 4 livres 15 onces 1 gros 36 grains, c'est-à-dire, plus de 14 fois leur poids : ce qui est bien supérieur à ce qu'a obtenu M. *Duhamel* par sa méthode (2151).

2157. Pour aimanter des barreaux par les procédés dont nous venons de donner les détails, il faut nécessairement être pourvu de pierres d'aimant, ou du moins d'aimans artificiels. Il arrive souvent qu'on en manque, & que cependant on a besoin d'aimanter du moins des aiguilles de boussole. Nous allons donner les moyens de s'en passer. Ces moyens ont été imaginés par MM. *Knight*, *Canton*, *Mitchell* & *Antheaume*. Mais M. *Knight* a fait un secret de sa méthode; ce qui a, avec raison, été trouvé mauvais par tous les Savans de l'Europe. Nous ne parlerons donc que des trois autres.

2158. *Méthode de M. Canton.* Après s'être muni de six lames d'acier non trempé, dont les dimensions sont indiquées ci-dessus (2130), il prend un *fourgon* ou *rable* (instrument dont se servent les Boulangers pour remuer la braise) & des pincettes (*fig.* 316.), qui, plus ils sont grands, plus il y a long-temps qu'on s'en sert, & meilleurs

*Fig.* 316.

ils ſont. Il tient le fourgon verticalement entre ſes genoux : il place vers ſon ſommet l'une des lames d'acier non trempé, de façon que ſon extrémité marquée ſoit tournée en en-bas ; & afin qu'elle ne puiſſe pas gliſſer, il la ſerre fortement contre le fourgon, au moyen d'une ſoie qu'il paſſe deſſus, & qu'il tient de la main gauche. Enſuite il prend les pincettes de la main droite, un peu au deſſous du milieu de leur longueur, & les tenant preſque verticales, il frotte la lame avec leur extrémité inférieure, en allant toujours du bas en haut. Cette opération réitérée une dixaine de fois ſur chacun des côtés de la lame, lui donne une vertu magnétique ſuffiſante pour ſoutenir une petite clef par l'extrémité marquée ; extrémité qui, ſi la lame étoit ſuſpendue horizontalement ſur un pivot, tourneroit vers le *nord*.

2159. M. *Canton*, après avoir ainſi aimanté quatre de ces lames, s'en ſert pour aimanter les deux autres, & enfin ſe ſert de ces ſix lames aimantées, pour en aimanter ſix autres d'acier trempé de tout ſon dur, en procédant de la maniere que nous avons indiquée ci-deſſus (2130 *& ſuiv.*)

2160. ***Méthode de M. Mitchell.*** Je fis faire, dit-il, une demi-douzaine de petites lames d'acier polies, ſans être trempées ; elles avoient deux pouces & demi de longueur, & trois lignes de largeur ; & elles peſoient toutes enſemble une

once. Je les fis marquer enſuite à une de leurs extrémités de la même maniere que les lames de ſix pouces (2135). Je pris une de ces petites lames, que je plaçai à peu près dans le méridien magnétique, en tournant vers le *nord* ſon extrémité marquée, que je deſtinois à être ſon pole du *nord*. Je mis à chacun de ſes bouts une grande barre de fer placée ſur la même ligne preſque horizontale, excepté que le bout tourné vers le nord étoit un peu incliné. La barre de fer que je mis du côté du pole du *ſud* de ma petite lame, avoit quatre pieds de longueur, & peſoit trente livres. Celle qui étoit placée à ſon pole du *nord*, avoit quatre pieds & demi de longueur, & ne peſoit néanmoins que dix-huit livres. Après quoi je pris un *fourgon*, qui peſoit un peu plus d'une livre ſix onces : je le plaçai preſque perpendiculairement, la partie ſupérieure un peu inclinée vers le *ſud*, & la partie inférieure, que j'avois fait polir, afin qu'elle pût mieux toucher, appuyée ſur le pole du *nord* de la petite lame d'acier. Le fourgon étant ainſi placé, je le fis gliſſer ſur la petite lame, allant du *nord* au *ſud* ; & je répétai juſqu'à quatre-vingts fois cette opération, ayant ſoin chaque fois de replacer toujours le fourgon de la même maniere. Par cette manœuvre, la lame acquit aſſez de vertu pour porter une petite clef peſant un quart d'once.

Fig. 313.

Fig. 326.

Fig. 325.

Fig. 314.

Benard Direxit.

2161. Après avoir mis à part cette lame aimantée, j'en aimantai de la même maniere trois autres. Il m'en reſtoit encore deux : de ces deux, j'en plaçai une entre deux barres de fer comme les précédentes ; mais, au lieu du fourgon, je me ſervis, pour l'aimanter, des quatre premieres lames auxquelles j'avois déjà communiqué la vertu magnétique ; & j'opérai ſelon la méthode preſcrite pour aimanter les lames de ſix pouces (2138). Et pour conſerver quelque diſtance entre les poles du *ſud* & du *nord* des deux petits faiſceaux compoſés de ces quatre lames, j'eus ſoin d'inſérer entre elles une épingle, qui pouvoit avoir en groſſeur la trentieme partie d'un pouce. En aimantant de la ſorte cette cinquieme lame, je lui communiquai plus de vertu magnétique que je n'en avois communiqué aux quatre précédentes. J'aimantai de la même maniere la ſixieme & derniere lame.

2162. Je me ſervis enſuite de ces deux dernieres, pour communiquer de cette façon la vertu magnétique à deux des quatre précédentes ; & ces deux me ſervirent pareillement à aimanter enfin les deux qui reſtoient encore. Je continuai cette opération, ſubſtituant toujours les dernieres qui avoient été aimantées à la place des deux plus foibles parmi les quatre qui me ſervoient à donner la vertu magnétique, juſqu'à ce qu'elles euſſent

toutes reçu autant de vertu que leur état pouvoit leur permettre d'en conſerver avant d'être trempées. Cette vertu fut néanmoins ſuffiſante pour les mettre en état de porter chacune, par un ſeul de leurs poles, un poids d'environ une once & un quart.

2163. M. *Mitchell* ſe ſervit enſuite, au lieu d'aimant naturel, de ces ſix petites lames, pour aimanter une ligne entiere de lames de ſix pouces, qui avoient été trempées auparavant; & cela, en ſuivant les procédés indiqués ci-deſſus (2136 & *ſuiv.*)

2164. *Méthode de M. Antheaume.* Sur une planche inclinée A B (*fig.* 317.) dans la direction du courant magnétique, c'eſt-à-dire, pour Paris, inclinée à l'horizon de 70 degrés du côté du *nord*: je place de fil, dit M. *Antheaume*, deux barres de fer quarrées C, F, de quatre à cinq pieds de longueur, ſur 14 à 15 lignes d'épaiſſeur, limées quarrément par leurs extrémités intérieures, ou qui ſe regardent, entre leſquelles je laiſſe un intervalle de 6 lignes. J'applique à chacune de ces extrémités limées une eſpece d'armure *l*, *l*, formée avec de la tôle de 2 lignes d'épaiſſeur, 14 à 15 lignes de largeur, & 1 ligne de plus de hauteur, dont le côté, qui doit être appliqué à la barre, eſt limé & entiérement plat; trois des bords de l'autre face ſont taillés en biſeau ou chanfrein;

*Fig.* 317.

chanfrein; le quatrieme, qui doit excéder d'une ligne l'épaiſſeur de la barre, eſt limé quarrément pour former une eſpece de talon. Pour remplir le reſte de l'intervalle, je mets, entre ces deux armures, une petite languette de bois *h*, de 2 lignes d'épaiſſeur. Tout ainſi diſpoſé & placé, comme je l'ai dit, dans la direction du courant magnétique, je gliſſe, ſur ces deux talons à la fois, ſuivant la longueur des barres de fer, la barre d'acier KL, que je veux aimanter, la faiſant aller & venir lentement d'un de ſes bouts à l'autre, comme on feroit ſi on aimantoit ſur les deux talons de l'armure d'une pierre d'aimant. J'ai été ſurpris moi-même de voir que j'aimantois ainſi tout d'un coup, non ſeulement de petites barres, comme parvenoient à le faire MM. *Canton* & *Mitchell*, mais de groſſes barres d'acier d'un pied & même plus de longueur; ce qu'on n'obtiendroit jamais par leurs méthodes. J'ajoute qu'une autre expérience faite enſuite, m'a fait connoître que cette opération produit des effets encore plus ſurprenans, en employant des barres de fer de 10 pieds de longueur chacune: la force magnétique que reçoit pour lors la barre d'acier qu'on aimante, égale celle qu'elle recevroit d'un très-bon aimant.

2165. M. *Antheaume*, après avoir ainſi aimanté des barreaux ſur ſon appareil, s'en ſert pour en aimanter d'autres, ou des aiguilles de bouſſole,

&c. suivant sa maniere de procéder indiquée ci-dessus (2153 *& suiv.*)

2166. Il est aisé de voir, par tout ce que nous venons de dire, que les méthodes de M. *Antheaume*, soit pour aimanter avec des barreaux déjà aimantés, soit pour aimanter sans aucun aimant, ni naturel ni artificiel, sont, de toutes les méthodes imaginées jusqu'à présent, les moins compliquées & les plus efficaces. On peut dire même que cette derniere sur-tout est le mieux raisonnée; car il place son appareil dans la direction (2112) du courant magnétique, & avec les degrés de déclinaison (2114) & d'inclinaison (2119) convenables au lieu où il opere. En effet, les barres de fer & les lames de tôle, qui servent d'armure, n'ont, avant d'être mises en place, aucune vertu magnétique : si-tôt qu'elles sont placées dans la situation qu'indique M. *Antheaume*, elles jouissent de cette vertu; en sorte que, si l'on met un morceau de fer sur les deux talons de l'armure *l*, *l*, il y adhere sur le champ; & si l'on ôte ces pieces de cette situation, leur vertu magnétique disparoît. Mais si l'on laisse cet appareil dans la situation convenable pendant un certain temps, comme un mois ou deux, les barres de fer conservent leur vertu magnétique. J'ai fait un grand nombre de fois cette expérience; & j'ai toujours éprouvé ce que j'énonce. Le pole *nord* de chacune

de ces barres eſt à l'extrémité qui, pendant l'expérience, étoit l'inférieure : du moins cela eſt ainſi dans notre hémiſphere ſeptentrional : il eſt probable que, dans l'hémiſphere méridional, il ſe trouveroit à l'extrémité oppoſée.

2167. Les aimans artificiels (2123) ont bien des avantages ſur les aimans naturels : 1°. on en peut faire de ſupérieurs en force aux meilleurs aimans naturels.

2168. 2°. Les aimans artificiels ſont non ſeulement plus forts que les aimans naturels, mais ils ſont encore plus propres à communiquer la vertu magnétique, que ne le ſont les aimans naturels qui ont la même force attractive qu'eux : car on trouve fort peu d'aimans naturels propres à aimanter des aiguilles de bouſſole faites d'acier trempé de tout ſon dur, à moins qu'elles ne ſoient fort petites ; tandis qu'on les aimante fort aiſément avec des aimans artificiels, quelque grandes qu'elles ſoient : cela vient probablement de ce que, dans les aimans artificiels, les parties où ſe trouvent les poles, ſont peu larges, & que la vertu y eſt plus concentrée.

2169. 3°. Les aimans artificiels peuvent être facilement rétablis dans leur premiere force, lorſqu'ils viennent à la perdre par la ſuite des temps, par la rouille ou par quelque accident : les aimans naturels au contraire, preſque auſſi expoſés que

les artificiels à perdre leur premiere vertu, ne peuvent la recouvrer que très-difficilement.

2170. 4°. L'on peut donner aux aimans artificiels telle forme que l'on veut ; ce que l'on ne peut pas toujours faire aux aimans naturels. On en peut faire en demi-cercle (*fig.* 318.), en fer à cheval (*fig.* 319.), &c. & leur faire alors, au moyen d'un portant P, soutenir un poids plus considérable, en faisant agir les deux poles à la fois. C'est ce qu'a le premier exécuté M. *Bazin* de Strasbourg.

Fig. 318.
Fig. 319.

2171. 5°. On peut se procurer des aimans artificiels très-forts, même avec des barreaux ou lames d'un petit volume ; & cela en en réunissant plusieurs ensemble. Cela peut se faire de deux façons : 1°. en les plaçant horizontalement les uns sur les autres, tous leurs poles *nord* d'un côté, & tous leurs poles *sud* de l'autre ; de sorte qu'ils font ensemble l'office d'un aimant naturel, qu'on arme ensuite de même qu'on arme un aimant (2095 & *suiv.*) 2°. En plaçant les barreaux dans une situation verticale (*fig.* 320.). Alors on en forme deux faisceaux SN, NS, séparés par deux petits morceaux de bois *b*, *b* : tous les poles *nord* N d'un des faisceaux sont situés en en-bas, & tous ses poles *sud* S en en-haut ; & au contraire les poles *nord* N de l'autre faisceau sont en en-haut, & ses poles *sud* S en en-bas. On fait communiquer

Fig. 320.

ensemble les deux poles supérieurs par un morceau de fer doux, renfermé dans une boîte de cuivre C, au milieu de laquelle est un anneau mobile A de même métal, qui sert à accrocher l'aimant; & les deux poles inférieurs communiquent & agissent ensemble par le moyen du portant P, qui est aussi de fer doux. Pour tenir en place la partie inférieure des faisceaux, on la fait passer dans un lien de cuivre, garni à ses extrémités de deux petits anneaux fixes *e*, *e*, dans lesquels s'engagent deux tiges *t*, *t* de cuivre, terminées en vis, & qui passent aussi dans deux pareils anneaux fixés à la boîte de cuivre C: le tout est fortement serré au moyen de deux écrous à oreilles *r*, *r*.

2172. J'ai voulu savoir, par expérience, quelle étoit l'espece d'acier la plus propre à faire des aimans artificiels, l'espece susceptible de recevoir la plus grande vertu magnétique. Pour cela j'ai fait faire, par un excellent Artiste, cinq paires de barreaux de différentes especes d'acier; tous parfaitement égaux en longueur, en largeur, en épaisseur, & même en poids, à quelques grains près; tous également bien dressés & polis, autant qu'il a été possible; tous trempés de tout leur dur. Chacun de ces barreaux a 6 pouces & trois quarts de ligne de long, 6 lignes de large & 2 lignes d'épaisseur, & chaque paire pese 5 onces 4 gros & environ $\frac{2}{3}$ de gros. Je les ai placés deux à deux

à la maniere de M. *Knight*, en les séparant par une regle de bois, & les faisant communiquer, à chacune de leurs extrémités, par un contact de fer doux de 9 lignes de largeur; & pour ne pas les confondre, je les ai tous fait marquer d'un numéro.

2173. Les especes d'acier employées à faire ces barreaux, sont l'acier moyen d'Amboise; l'acier fondu d'Amboise; l'acier d'Allemagne, connu sous le nom d'*étoffe de pons*; l'acier d'Angleterre, & l'acier fondu d'Angleterre. J'ai aimanté tous ces barreaux, suivant la méthode de M. *Antheaume* (2154), avec une paire d'excellens barreaux aimantés, qui ont 17 pouces 6 lignes de long, 1 pouce de large, & 6 lignes d'épaisseur. Pour éprouver leur force attractive, j'ai placé chaque paire dans une situation verticale, la regle de bois entre deux, & l'y ai retenue par des liens de cuivre, à peu près comme j'ai dit ci-dessus (2171) qu'on le fait pour les aimans artificiels armés; & à la partie inférieure, au lieu du contact, j'ai placé un portant de fer doux, garni d'un crochet destiné à recevoir la béliere d'un seau de fer-blanc, dans lequel j'ai mis successivement & peu à peu les poids dont j'ai chargé chaque paire de ces barreaux.

2174. Les barreaux d'acier moyen d'Amboise n'ont porté qu'un peu plus d'une fois leur poids.

2175. Ceux d'acier fondu d'Amboiſe ont porté un peu plus de 5 fois leur poids.

2176. Ceux d'acier d'Allemagne, connu ſous le nom d'*étoffe de pons*, ont porté un peu plus de 12 fois leur poids.

2177. Ceux d'acier d'Angleterre ont porté plus de 14 fois leur poids.

2178. Et ceux d'acier fondu d'Angleterre n'ont porté qu'un peu plus de 8 fois leur poids.

2179. On peut conclure de ces expériences, 1°. que l'acier d'Angleterre eſt le plus propre à recevoir la vertu magnétique, & qu'il doit être préféré à toutes les autres eſpeces.

2180. 2°. Qu'au défaut d'acier d'Angleterre, celui d'Allemagne, connu ſous le nom d'*étoffe de pons*, doit être employé plutôt que tout autre; puiſque ſa vertu attractive n'eſt moindre que de $\frac{1}{7}$ de celle de l'acier d'Angleterre.

2181. 3°. Que les aciers fondus ne doivent, en aucun cas, être employés à faire des aimans artificiels; car ils reçoivent beaucoup moins de vertu que ceux de même ſorte, qui ne ſont pas fondus.

2182. Nous avons dit ci-deſſus (2113) que la bouſſole n'eſt autre choſe qu'une heureuſe application de la propriété qu'a l'aimant de diriger l'un de ſes poles vers le *nord*, & l'autre vers le *ſud*. En effet, une bouſſole eſt une boîte AB

Fig. 321. (*fig.* 321.) dans laquelle est placée librement, sur un pivot, une aiguille aimantée, attachée sous une feuille ronde de tôle ou de carton C, sur laquelle on a tracé les 32 airs de vent, & dont la circonférence est divisée en 360 degrés. Cette boîte étant suspendue à la maniere de la *lampe de Cardan*, dans une autre boîte de bois quarrée, qui renferme la boussole, l'aiguille demeure toujours horizontale, malgré les différens mouvemens du vaisseau sur lequel on en fait usage. A deux points diamétralement opposés de cette boîte sont placées deux pinnules *p*, *p*, qui servent à bornoyer différens objets, & à apprendre, par la position de l'aiguille, à quel point de l'horizon ces objets sont situés.

2183. Une aiguille de boussole doit être faite d'acier le plus raffiné qu'on n'ait fait qu'alonger en le forgeant, qui ne soit double en aucun endroit, & qui n'ait ni gerçures ni crevasses. Cet acier doit être trempé de tout son dur, & non pas revenu au bleu : l'aiguille alors recevra une plus grande vertu magnétique, & la conservera plus long-temps.

2184. La meilleure figure qu'on puisse donner à une aiguille, est celle d'un parallélogramme fort alongé, dont chaque extrémité se termine tout-à-coup en un angle fort obtus. On fixe sur le milieu de l'aiguille une chape d'agate ou de quelque

autre matiere très-dure, dont la partie concave ne doit pas se terminer en pointe, mais en portion de sphere. Le pivot qui entre dans la chape, & sur lequel l'aiguille est portée, doit être fait d'un fil d'acier délié, très-dur & très-poli, afin de diminuer le frottement le plus qu'il est possible, & de conserver à l'aiguille toute sa mobilité. Si cependant elle en avoit trop, & qu'elle fût ce qu'on appelle *volage*; pour parer à cet inconvénient, M. *Antheaume* recommande de coller, sous la feuille de tôle ou de carton C, de petites ailes de papier, qui, sans la charger sensiblement, éprouvent dans l'air une résistance par laquelle les oscillations de l'aiguille sont considérablement diminuées.

2185. La meilleure maniere d'aimanter les aiguilles de boussole est de le faire suivant la méthode que M. *Antheaume* a indiquée pour aimanter ses barreaux, ou seul à seul (2153), ou deux à deux (2154), en les réunissant, dans ce dernier cas, par des contacts de fer doux, échancrés de maniere à recevoir les extrémités des aiguilles.

2186. On ignore en quel temps, en quel lieu & par qui a été inventée la boussole. Avant son invention, la navigation ne pouvoit être que très-bornée : sans doute qu'on osoit à peine perdre la terre de vue. Cet instrument, qu'on appelle aussi

*compas de mer* ou *compas de route*, eſt d'une grande utilité aux Pilotes pour diriger la route de leurs vaiſſeaux, par un temps couvert, pendant lequel ils ne peuvent pas voir les aſtres. La propriété qu'a cette aiguille de diriger toujours ſes extrémités vers les poles du Monde (2112), en fait le mérite, & la rend précieuſe aux Navigateurs.

2187. On fait auſſi des bouſſoles à cadran. Une telle bouſſole eſt une boîte ſur le plan de laquelle eſt tracé un cadran ſolaire, garni d'un ſtyle, & dans laquelle eſt ſuſpendue librement ſur un pivot une aiguille aimantée. Sur le fond de cette boîte eſt tracé un cercle diviſé en 360 degrés, dont le zéro eſt dans la ligne *nord & ſud*, laquelle eſt dans le plan du ſtyle ou méridien du cadran.

2188. Une pareille bouſſole eſt très-utile pour connoître l'heure qu'il eſt. En effet, quand on a un cadran ſolaire bien fait, il ſuffit, pour avoir l'heure, de le bien orienter. C'eſt à quoi ſert l'aiguille aimantée de la bouſſole. Il faut, 1°. mettre le plan du cadran bien de niveau : enſuite faire répondre l'aiguille à la ligne méridienne du cadran, ſi l'on eſt dans un lieu où l'aiguille aimantée n'ait pas de déclinaiſon (2114). Si, au contraire, elle en a, il faut faire répondre l'aiguille au degré qui marque cette déclinaiſon dans le lieu où l'on eſt. Alors le cadran eſt bien

orienté, & son style se trouve précisément dans le plan du méridien.

2189. Nous venons de donner le détail d'un grand nombre de phénomenes magnétiques, & sur-tout de ceux qui sont les plus connus & les plus constans : il seroit bien satisfaisant de pouvoir aussi en développer les causes. Mais nous sommes bien éloignés de le pouvoir faire : c'est une des matieres les plus obscures de la Physique.

2190. Il paroît que chaque aimant, soit naturel (2086), soit artificiel (2123), est entouré d'un fluide très-subtil & invisible, qui lui forme une espece d'athmosphere. Tous les Physiciens conviennent de l'existence de ce fluide : & si l'on en doutoit, il suffiroit, pour s'en convaincre, de faire attention à ce qui se passe autour d'un aimant, soit naturel, soit artificiel, placé sur un carton lisse ou sur une glace de miroir (2087), & que l'on saupoudre de limaille de fer. On voit aussi-tôt la limaille prendre un arrangement tel, que ses particules forment des lignes perpendiculaires sur les endroits de l'aimant où se trouvent ses poles, & par-tout ailleurs des lignes courbes, qui sont comme autant de circonférences qui s'enveloppent les unes les autres, & dont les plus grandes vont, en se courbant davantage, aboutir vers les deux poles, comme on le peut voir par la *fig.* 322. Cet arrangement sera constamment le même, quoi- *Fig.* 322.

qu'on recommence plusieurs fois l'expérience. Il faut donc qu'il y ait là nécessairement un fluide, qui, par son mouvement, fasse prendre à la limaille un pareil arrangement; car elle ne peut pas le prendre d'elle-même, & sans une cause qui l'y détermine.

2191. C'est ce fluide que l'on nomme *matiere magnétique*, & qui, sans doute, est la cause prochaine des phénomenes de l'aimant. Mais de quelle nature est cette matiere? d'où vient-elle? comment agit-elle? & pourquoi son action n'a-t-elle prise que sur le fer & l'aimant? Voilà ce que l'on ignore.

2192. *Descartes*, & après lui presque tous ceux qui ont travaillé sur cette matiere, ont pensé que le globe terrestre est un grand aimant; que, d'un pole de la terre à l'autre, il se fait une circulation continuelle de la matiere magnétique; parce que cette matiere, ne trouvant nulle part un accès aussi libre que vers les poles, après être sortie par l'un, va rentrer par l'autre.

2193. Par ce mouvement de la matiere magnétique, on prétend expliquer la *direction* de l'aimant & du fer ou de l'acier aimanté (2112); & cela, dit-on, parce que ces deux substances sont apparemment les seules disposées à recevoir intérieurement cette matiere; & qu'en conséquence elle les dirige selon son courant, par-tout où elle les

rencontre. Mais pourquoi ne dirige-t-elle pas de même les autres corps qu'elle pénetre tous avec une grande facilité, puisqu'elle agit au travers (2111)? De plus, un fluide n'a pas besoin de pénétrer un corps pour le diriger selon son courant : le vent ne pénetre point la girouette, & cependant il la dirige.

2194. Par ce même mouvement de la matiere magnétique, on prétend encore expliquer l'*attraction* (2093). On dit que cette matiere, se présentant pour entrer dans le pole d'un aimant, pousse contre lui le fer qui se trouve plongé dans son tourbillon, & l'y attache; & que, par-là, le fer paroît en être attiré. Mais, comme on prétend en même temps que la matiere magnétique entre par un pole & sort par l'autre (2192), qu'elle entre par le pole *sud*, & sort par le pole *nord*; si cela étoit, l'aimant ne devroit paroître attirer le fer que par son pole *sud*; & il devroit au contraire le repousser par son pole *nord*; ce qui n'arrive pas.

2195. On n'expliquera pas mieux, par-là, la *répulsion* (2106); car si cette matiere entre, comme on le prétend, par le pole *sud*, & qu'elle sorte par le pole *nord*, deux aimans ne devroient se repousser, que lorsqu'ils se présentent l'un à l'autre par leur pole *nord*, & point du tout lorsqu'ils se présentent par leur pole *sud*. Or ils se

repoussent toujours, lorsqu'ils se présentent par les poles de mêmes noms.

2196. Pour rendre raison de la *déclinaison* (2114) & de sa variation (2115), M. *Halley* a supposé que la terre n'est qu'une croûte qui enveloppe un gros aimant; & qu'il y a quatre poles magnétiques dans l'intérieur de la terre; savoir, deux poles fixes & deux poles mobiles. Mais cette supposition ne satisfait pas à tout; car la déclinaison varie, soit pour les temps, soit pour les lieux. MM. *de la Hire*, pere & fils, au moyen d'une expérience qu'ils ont faite (*Mém. de l'Académie*, *année* 1705, *page* 108), ont eu une idée singuliere, & qui peut, en quelque façon, donner une raison assez plausible de cette variation de déclinaison de l'aimant. Ils possédoient une grosse pierre d'aimant, pesant près de 100 livres: ils l'ont arrondie de leur mieux, & ont rempli les plus grandes inégalités avec une espece de ciment fait de plâtre. Cette pierre, dans cet état, avoit près d'un pied de diametre. Ils ont cherché ses poles, qui se sont trouvés dans deux points diamétralement opposés: ils y ont tracé un équateur, qui a été divisé de 30 degrés en 30 degrés, pour y faire passer des méridiens, afin d'y observer avec plus d'exactitude les différentes déclinaisons d'une aiguille aimantée qu'ils plaçoient dessus. On pouvoit donc

regarder cette pierre comme repréſentant la terre. Ils ont obſervé que, dans quelques points, l'aiguille aimantée ſe dirigeoit exactement *nord & ſud*; que, dans pluſieurs autres, elle déclinoit, ſoit vers l'*eſt*, ſoit vers l'*oueſt*, de même qu'on l'obſerve ſur le globe terreſtre. La plus grande déclinaiſon qu'ils ont obſervée, s'eſt trouvée de 26 degrés.

2197. Ne peut-on pas dire que les différentes déclinaiſons de cette aiguille aimantée, que MM. *de la Hire* ont obſervées ſur leur globe d'aimant, ne venoient que des différentes diſpoſitions des matieres magnétiques qui compoſoient ce globe? Si, dans le gros aimant que M. *Halley* a ſuppoſé enveloppé d'une croûte de terre (2196), il ſe trouve des diſpoſitions de matieres magnétiques à peu près équivalentes, pourquoi la même cauſe ne produiroit-elle pas le même effet? Et pour rendre raiſon de la variation de déclinaiſon dans le même lieu en différens temps, on peut raiſonnablement ſuppoſer des changemens dans les diſpoſitions de ces matieres magnétiques, produits par les différens bouleverſemens qu'il eſt probable qui s'operent dans l'intérieur de la terre. Si le globe d'aimant de MM. *de la Hire* eût été ſuſceptible de pareils changemens, il n'eſt pas douteux qu'on eût obſervé ſur cet aimant, dans la ſuite des temps, des variations, dans la déclinaiſon de

l'aiguille, équivalentes à celles qu'on obſerve ſur la terre.

2198. On peut auſſi donner une raiſon aſſez plauſible de l'*inclinaiſon* de l'aimant (2119). L'arrangement que prend la limaille de fer autour
Fig. 302. d'un aimant (*fig.* 302.); prouve que la matiere magnétique ſe porte vers chaque pole de l'aimant dans une aſſez grande étendue de ſa ſurface; car la direction des lignes que forme cette limaille, eſt toujours inclinée à la ſurface de l'aimant, excepté aux environs de ſon équateur. S'il en eſt de même à l'égard de la matiere qu'on prétend qui circule autour du globe terreſtre, conſidéré comme un grand aimant, il eſt aſſez raiſonnable de penſer que l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée eſt due à la direction de cette matiere.

2199. M. *Æpinus*, dans un Ouvrage publié en 1759, intitulé, *Tentamen Theoriæ Electricitatis & Magnetiſmi*, donne une théorie du magnétiſme, par laquelle il prétend rendre raiſon des phénomenes que produit l'aimant. Cet Ouvrage a été traduit par M. l'Abbé *Haüy*, de l'Académie des Sciences : c'eſt de cette Traduction que j'ai extrait ce que je vais en rapporter.

2200. Suivant M. *Æpinus*, 1°. *la matiere magnétique eſt un fluide très-ſubtil, dont les molécules ont la propriété de ſe repouſſer mutuellement.* 2°. *Ces mêmes molécules ne ſont*

*sont attirables que par le fer à l'état métallique.*

2201. Tous les corps de la Nature, si l'on en excepte le fer, sont entiérement perméables au fluide magnétique, qui les pénetre librement, sans éprouver aucune action de leur part : aussi ne donnent-ils aucun signe de magnétisme. Il n'en est pas de même du fer ; le fluide magnétique, à la vérité, le pénetre aussi, mais avec beaucoup de difficulté. Le fer est, à l'égard de ce fluide, ce que les corps idio-électriques (2240) sont par rapport au fluide électrique.

2202. Plus le fer est dur, & plus le fluide magnétique éprouve de difficulté à se mouvoir dans ses pores. Le fer tendre livre un accès beaucoup plus facile aux molécules de ce fluide. Malgré cela, le fer paroît moins perméable au fluide magnétique, que les corps idio-électriques, même au plus haut degré, ne le sont par rapport au fluide électrique.

2203. Le fluide magnétique éprouve une si grande difficulté à pénétrer le fer, qu'il n'est guere possible que ce métal reçoive une portion de celui des corps environnans, ou perde une portion de celui qui lui est propre : en sorte que tous nos efforts, pour communiquer au fer les qualités de l'aimant, se bornent à produire un simple mouvement de translation du fluide, dans l'intérieur même du fer.

2204. Il suit de là que le fer, lorsqu'il est devenu aimant, a toujours un de ses poles plus chargé de fluide magnétique ou dans l'*état positif*; & l'autre moins chargé de ce fluide ou dans l'*état négatif*.

M. *Æpinus* avoue qu'on n'a pu découvrir encore lequel des deux poles d'un aimant est dans l'état positif, & lequel a un magnétisme négatif. Comment peut-il donc assurer qu'il y en a un *positif*, & l'autre *négatif*, puisqu'il n'y a aucun caractere qui le désigne ? C'est une supposition sans fondement.

2205. Pour établir les loix auxquelles est soumise l'action du fluide magnétique, M. *Æpinus* suppose un aimant ou un fer aimanté A (*fig.* 323.) dans lequel le fluide magnétique est inégalement répandu dans les deux parties AB, AC, en sorte qu'il y ait excès de fluide dans la partie AC, & défaut de fluide dans la partie AB; observant qu'en général les aimans ou corps aimantés ne contiennent jamais en total que leur quantité naturelle de fluide magnétique (2203), qui est seulement distribué inégalement dans les différentes parties de ces corps. Supposons que l'excès du fluide de AC soit précisément égal au défaut du fluide de AB. Dans ce cas-là, la molécule D de fluide magnétique seroit attirée par le corps A, tandis que la molécule E en seroit repoussée; car l'attraction exercée par AB sur la molécule D,

*Fig.* 323.

ſeroit égale, dans l'hypotheſe préſente, à la répulſion de AC ſur la même molécule; puiſque d'un côté celle-ci ſeroit repouſſée par AC, en raiſon de ſon excès de fluide, & que de l'autre elle ſeroit attirée par AB, en raiſon de la maſſe de AB (2200), laquelle faiſoit équilibre à la quantité de fluide qui eſt cenſée avoir paſſé dans la partie AC. Donc, dans le cas préſent, où la molécule D eſt plus près de AB que de AC, l'attraction prévaudra ſur la répulſion; & la molécule D ſera attirée par le corps A. On conçoit de même que l'action du corps A ſur la molécule E doit être répulſive. (*Cependant un aimant attire par ſes deux poles*).

2206. Suppoſons maintenant que le corps A ſoit abandonné à lui-même ſans qu'il y ait aucun autre corps magnétique dans ſa proximité. Ce corps tendra à retourner vers l'état d'uniformité; en ſorte que le fluide ſurabondant renfermé dans AC ſera ſollicité à la fois par la répulſion mutuelle des molécules, & par la force attractive de la partie AB (2200), à ſe répandre dans cette partie, juſqu'à ce que l'équilibre ſoit rétabli. Mais le fluide magnétique éprouve une grande difficulté à ſe mouvoir dans le fer (2201): la réſiſtance qui provient de cette difficulté, peut être conſidérée comme une force oppoſée à l'effort que fait le corps pour retourner à l'état naturel, & capable de balancer cet effort, de maniere que l'équilibre

S 2

puiſſe ſubſiſter entre l'un & l'autre ſans altération ſenſible. C'eſt pour cette raiſon que le fer aimanté conſerve ſa vertu bien plus long-temps qu'un corps électriſé ne conſerve la ſienne (2533).

2207. Quand un corps eſt parvenu à cet équilibre, on dit qu'il eſt *à ſon degré de ſaturation.* Ce degré de ſaturation ſera d'autant plus élevé, c'eſt-à-dire que la force magnétique que le corps ſera ſuſceptible de conſerver, ſera d'autant plus conſidérable, que le fluide éprouvera plus de difficulté à ſe mouvoir dans ce corps. Or, comme ce fluide ſe meut plus aiſément dans le fer tendre que dans le fer dur (2202), il en réſulte que le degré de ſaturation eſt toujours plus élevé dans le ſecond que dans le premier. Cette conſéquence s'accorde avec l'obſervation.

2208. Concevons maintenant qu'on approche d'un aimant C (*fig.* 324.) un barreau de fer G dans l'état naturel : l'aimant ne produiroit aucun effet ſur le fer, ſi celui-ci conſervoit ſon état naturel ; mais il en eſt bientôt tiré par l'action que l'aimant exerce ſur lui. Suppoſons que CB ſoit le côté poſitif, & CD le côté négatif de l'aimant ; l'action de la partie CB, à cauſe de ſa proximité (2205), prévaudra néceſſairement ſur celle de la partie CD : en ſorte que CB, en vertu de ſon excès de force répulſive, refoulera une certaine portion du fluide, contenu dans le barreau G, de

*Fig.* 324.

l'extrémité F de ce barreau vers ſon extrémité H oppoſée : d'où il ſuit que le barreau G deviendra lui-même un véritable aimant (2203), que nous devons conſidérer comme ayant ſa partie FG dans l'état négatif, & ſon autre partie GH dans l'état poſitif. Si au contraire les côtés CB, CD de l'aimant C étoient, le premier dans l'état négatif, & le ſecond dans l'état poſitif, il eſt facile de concevoir que le barreau G ſe trouveroit aimanté en ſens contraire, de maniere que GF deviendroit ſon pole poſitif, & GH ſon pole négatif.

2209. Comment M. *Æpinus* peut-il faire concevoir que l'excès de fluide magnétique, qu'il ſuppoſe contenu dans la partie CB de l'aimant, refoulera le fluide magnétique, contenu dans le barreau G, de la partie FG dans celle GH de ce barreau ? Tandis qu'il aſſure (2203) que ce fluide ne peut pas ſortir de l'un, ni entrer dans l'autre ; & que de plus il adopte comme un axiome indubitable, cette propoſition, *Un corps ne peut agir où il n'eſt pas* (2466) ; d'autant plus qu'il ne prouve en aucune façon que le fluide magnétique ſoit, dans les corps aimantés, en excès d'une part & en défaut de l'autre : il ne fait que le ſuppoſer, mais ſans aucun fondement. Si ce fait étoit reconnu vrai, comme le ſont ceux qu'on attribue à l'*attraction* (194), on pourroit dire que ce fait, qui ſeroit certainement produit par une cauſe, mais que

l'on ignore, feroit fimplement défigné par ce mot *répulfion*, quelle que fût la caufe qui le produiroit; mais rien n'indique l'exiftence de ce fait: il paroît même oppofé au principe établi par M. *Æpinus* (2200); favoir, que *les molécules du fluide magnétique ont la propriété de fe repouffer mutuellement*. Par quelle raifon fe refferreroient-elles donc dans un plus petit efpace? De plus, M. *Æpinus* prétend (2208) que le fer n'eft jamais attiré par l'aimant, que lorfqu'il eft paffé lui-même à l'état d'aimant, par le refoulement d'une portion de fon fluide magnétique, vers une de fes extrémités, occafionné par la proximité d'un aimant. Il faut donc que cet effet foit bien prompt; car dans l'inftant que le fer eft préfenté à l'aimant, il en eft attiré. Cette promptitude eft très-oppofée à la grande difficulté que M. *Æpinus* prétend (2206) que le fluide magnétique éprouve à fe mouvoir dans le fer. Cette difficulté eft donc une fuppofition tout-à-fait gratuite.

2210. Confidérons maintenant, continue M. *Æpinus*, les deux corps C, G, comme deux aimans qui auroient leurs moitiés dans différens états de magnétifme pofitif ou négatif; & fuppofons, pour plus de fimplicité, que le fluide foit uniformément répandu dans chacune de ces moitiés. Suppofons de plus, que CB, FG foient les poles pofitifs, & CD, GH, les poles négatifs.

La force répulſive de la partie CB étant égale à la force attractive de la partie CD (2205) (abſtraction faite des diſtances), il eſt clair que la premiere agit plus puiſſamment ſur le corps G, à raiſon d'une moindre diſtance; donc le corps C agit ſur le corps G comme étant dans l'état poſitif: donc il tend à repouſſer la partie FG, & à attirer la partie GH. Or, à diſtances égales, l'attraction feroit équilibre à la répulſion: donc, puiſque la partie FG eſt plus voiſine du corps C que la partie GH, la répulſion l'emportera; & les deux corps s'écarteront l'un de l'autre. On peut concevoir, par un raiſonnement ſemblable, que, dans le cas où CB, FG feroient les poles négatifs, & DC, GH les poles poſitifs, les deux aimans ſe repoufferoient encore, comme dans le cas précédent.

2211. Suppoſons enfin que CB, GH ſoient les poles poſitifs, & DC, FG, les poles négatifs. D'après ce qui a été dit ci-deſſus (2210), le corps C agit ſur le corps G comme étant dans l'état poſitif; donc il tend à attirer la partie FG, & à repouſſer la partie GH: mais l'attraction agit plus fortement ſur la premiere, à raiſon d'une moindre diſtance; donc les deux corps tendront à s'approcher l'un de l'autre.

2212. On peut oppoſer à ceci (2210, 2211) le raiſonnement que nous avons fait ci-deſſus (2209).

2213. Il n'arrive peut-être jamais, dit M. *Æpinus*, que le fluide soit répandu uniformément dans chacune des parties d'un aimant ; & nous n'avons d'abord supposé cette uniformité que pour simplifier l'explication des phénomenes. Mais de quelque maniere que le fluide soit distribué dans les parties D C, C B, F G, G H, on pourra toujours ramener l'état des deux corps aux différens cas exposés ci-dessus.

2214. M. *Æpinus* appelle *centre magnétique*, le point de séparation entre la partie positive & la partie négative d'un aimant. A la rigueur, ce centre est moins un point qu'une surface, qui s'étend dans toute l'épaisseur de l'aimant. Mais il n'y a aucun inconvénient à employer la dénomination de *centre*, pourvu qu'on n'y attache que l'idée qui naît de la définition que nous venons d'en donner.

2215. Voici les principes sur lesquels est fondée la théorie de M. *Æpinus*. Il les applique ensuite à l'explication de différens phénomenes magnétiques ; & ses explications paroîtront d'abord assez concluantes à ceux qui auront adopté ses principes, excepté dans quelques cas, où les phénomenes paroissent opposés à sa théorie. (Voyez l'*Exposition de la Théorie du Magnétisme de M. Æpinus par M. l'Abbé Haüy*, n°. 127, *pag.* 142 & 143).

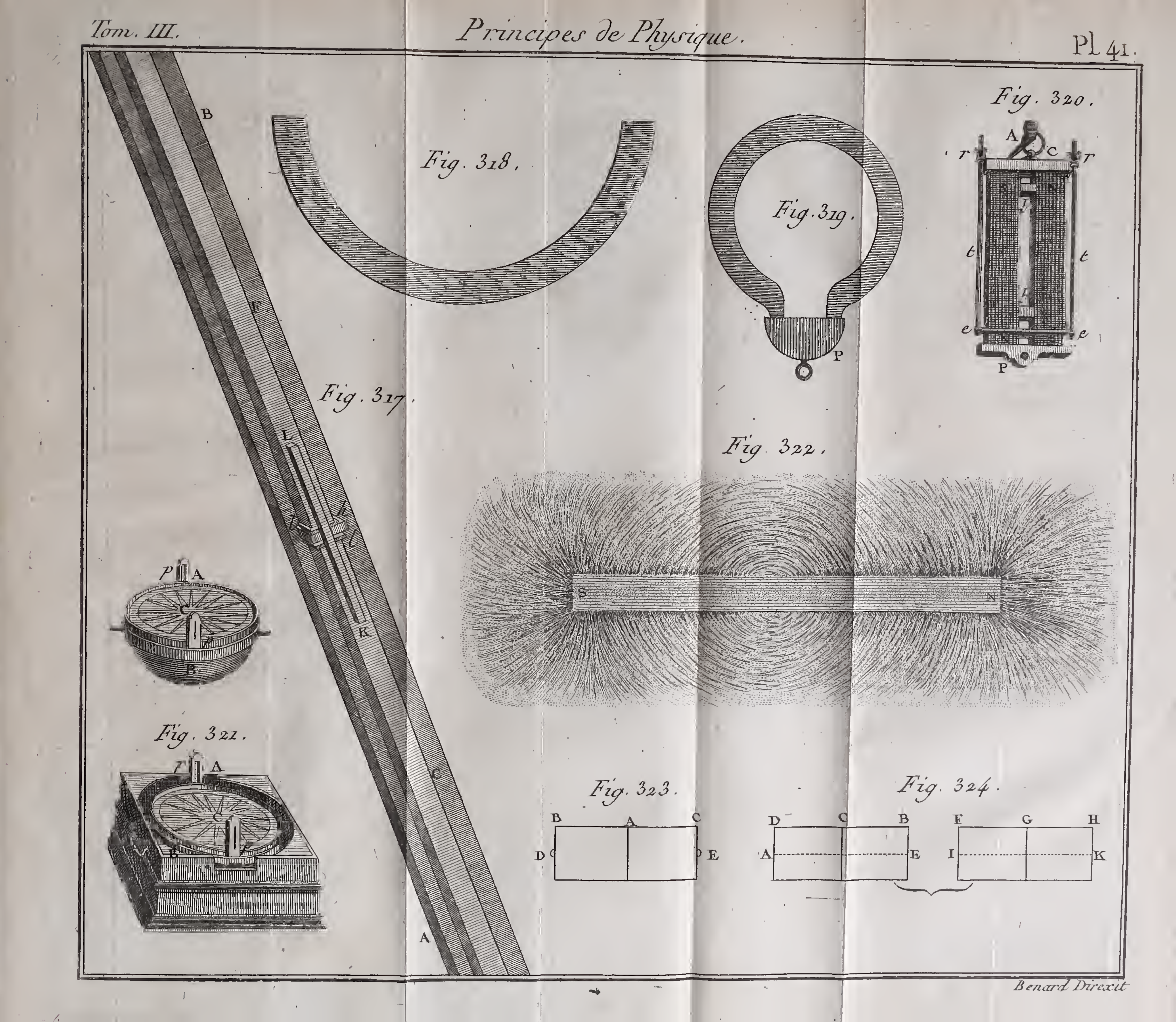
2216. M. *Æpinus* cherche enſuite à rendre raiſon de la direction, de la déclinaiſon & de l'inclinaiſon de l'aiguille aimantée; on voit que cela eſt aſſez difficile, en ne faiſant uſage que des principes de M. *Æpinus* : auſſi adopte-t-il l'opinion des anciens Phyſiciens, qui eſt, qu'il eſt très-probable que le globe terreſtre renferme un gros aimant de forme globuleuſe, dont il fait uſage à peu près comme l'ont fait les Phyſiciens dont nous venons de parler, pour rendre raiſon de ces trois ſingulieres propriétés de l'aimant.

2217. La théorie de M. *Æpinus* eſt aſſurément très-ingénieuſe ; il eſt fâcheux qu'elle ſoit fondée ſur des principes qui ſont eux-mêmes ſans fondemens ; puiſqu'ils réſultent de ſuppoſitions purement gratuites, & qui ſont quelquefois (2209) démenties par l'expérience. Nous devons donc avouer que nous n'avons rien de ſatisfaiſant ſur les cauſes du magnétiſme.

2218. Au défaut de la connoiſſance des cauſes qui produiſent les propriétés de l'aimant, ce ſeroit beaucoup pour nous que de pouvoir au moins trouver l'analogie & la liaiſon des différentes propriétés de cette pierre ; de ſavoir comment ſa direction eſt liée à ſon attraction & à ſa répulſion ; & quels rapports ont ſa déclinaiſon & ſon inclinaiſon à ſes autres propriétés. Mais quoique ces propriétés ſoient vraiſemblablement liées par une

ſeule & même cauſe, elles paroiſſent avoir ſi peu de rapport entre elles, que juſqu'à préſent on n'a pu en découvrir l'analogie. Ce qu'il y a de mieux à faire, ſelon moi, eſt de recueillir les faits, & de laiſſer les ſyſtêmes à faire à notre poſtérité, qui vraiſemblablement les laiſſera de même à la ſienne.




Fig. 317.
B
F
L
k
l
K
C
A
Fig. 318.
Fig. 319.
P
Fig. 320.
A
C
r
t
e
P
Fig. 321.
P
A
C
B
Fig. 322.
S
N
Fig. 323.
B
A
C
D
E
Fig. 324.
D
C
B
F
G
H
A
E
I
K
Benard Direxit

# CHAPITRE XIX.

## *De l'Électricité.*

2219. ON appelle *électricité*, l'action d'un corps que l'on a mis en état d'attirer à lui, & de repousser des corps légers qu'on lui présente à une certaine distance; de faire sur la peau d'un être animé une impression légérement sensible au toucher, & assez semblable à celle d'une toile d'araignée qu'on rencontreroit flottante en l'air; de faire sentir, vis-à-vis de ses parties anguleuses, un petit vent frais; de répandre une odeur comparable à celle du phosphore d'urine; de lancer des aigrettes d'une matiere lumineuse; de produire des étincelles brillantes; de faire sentir des piqûres assez vives aux corps animés qu'on en approche; de leur causer des commotions violentes; d'enflammer des liqueurs ou vapeurs spiritueuses, & quelquefois même d'autres corps moins inflammables; enfin de communiquer à d'autres corps la faculté de produire ces mêmes effets pendant un certain temps.

2220. L'analogie qui se trouve entre les effets du tonnerre & ceux de l'électricité, & qui a été

si bien prouvée, comme nous le ferons voir ci-après (2599 & *suiv.*), nous autorise à croire que le tonnerre est lui-même une grande électricité, qui s'excite naturellement, & qui regne, du moins en certains temps, dans une partie de l'athmosphere terrestre. Je dis, du moins en certains temps; car je suis très-porté à croire qu'elle y regne continuellement, mais le plus souvent d'une maniere trop foible, pour pouvoir devenir sensible pour nous, à moins qu'elle ne soit plus fortement excitée par quelques circonstances favorables.

2221. Nous pouvons donc distinguer deux sortes d'électricité, différentes seulement par leur origine ou leur maniere de naître, & par la grandeur de leurs effets; savoir, l'*électricité naturelle*, qui est celle qui s'excite d'elle-même dans l'athmosphere; & l'*électricité artificielle*, qui est celle que nous excitons par le frottement ou par quelques autres moyens, dont nous parlerons bientôt. Nous allons nous occuper d'abord de l'électricité artificielle.

2222. On peut dire que l'électricité est une science nouvelle; car ce que les Anciens ont connu de cette singuliere propriété des corps, se réduit à si peu de choses, que nous pouvons regarder les découvertes de ce genre comme celles de notre siecle. On connoissoit anciennement la propriété

qu'a l'ambre ou ſuccin frotté, d'attirer & de repouſſer de petites pailles & autres corps légers : auſſi eſt-ce de l'ambre, ou plutôt de ſon nom latin *electrum*, que cette ſcience a emprunté le nom d'*électricité*. Les Anciens avoient auſſi obſervé dans le ſoufre, le jayet, la cire d'Eſpagne & quelques autres ſubſtances réſineuſes, la même propriété que dans l'ambre : tout le reſte leur étoit inconnu.

2223. Nous avons à examiner quelle eſt la nature de la vertu électrique : quels ſont les moyens de la faire naître, & quels ſont les ſignes par leſquels elle ſe manifeſte.

*De la nature de la vertu électrique.*

2224. *La vertu électrique paroît être l'effet d'une matiere en mouvement, ſoit au-dedans, ſoit autour du corps électriſé.* Car ſi l'on préſente la main ou le viſage devant un tube de verre frotté dans un lieu ſec, ou devant un conducteur iſolé qu'on électriſe, on s'apperçoit d'émanations ſenſibles au toucher ; s'il y a quelques parties anguleuſes, on y ſent un petit vent frais, & en même temps une odeur de phoſphore ; ſi l'on s'approche davantage, on éprouve une piqûre ſenſible, & l'on entend un petit bruit ; dans l'obſcurité on apperçoit des étincelles d'une lumiere vive ; on voit enfin, & ſur-tout aux parties angu-

leuſes, de belles aigrettes lumineuſes, compoſées de rayons qui divergent entre eux. Il n'y a certainement que la matiere en mouvement capable de faire ſur nous de telles impreſſions. On doit donc conclure que tout corps électriſé a, autour de lui, une matiere en mouvement, qui eſt ſans doute la cauſe immédiate de tous les phénomenes électriques, & que l'on appelle *matiere* ou *fluide électrique*.

2225. Mais quelle eſt cette matiere ? Ce n'eſt certainement pas celle du corps électriſé; car il ne ſouffre aucun déchet ſenſible, quelque longtemps qu'on l'électriſe, à moins qu'il ne contienne quelques ſubſtances évaporables. Ce n'eſt pas non plus l'air de l'athmoſphere; car 1°. les phénomenes électriques ont lieu dans le vide d'air. 2°. La matiere électrique a des qualités qui ne conviennent point à l'air; elle pénetre certains corps abſolument imperméables à l'air : elle a de l'odeur; elle s'enflamme; elle eſt capable d'enflammer d'autres corps; de faire fondre des métaux : effets que l'air ne peut pas produire. 3°. Elle tranſmet ſes mouvemens avec une rapidité conſidérablement plus grande que celle même du ſon, qui eſt le mouvement de l'air le plus rapide que nous connoiſſions.

2226. Il eſt très-probable (& preſque tous les Phyſiciens en conviennent) que *la matiere élec-*

*trique est la même que celle de la chaleur & de la lumiere* (1175), la même que celle qui sert à embraser les corps, que celle par le moyen de laquelle nous voyons les objets. Presque tous les Physiciens conviennent que ces deux effets sont produits par la même matiere: une des plus fortes raisons qui les portent à le croire, c'est que le feu éclaire presque toujours, & qu'il y a bien des cas où la lumiere brûle. Or, il est très-vraisemblable que la Nature, qui est si économe dans la production des êtres, tandis qu'elle multiplie si libéralement leurs propriétés, n'a pas établi deux causes pour deux effets, auxquels il paroît qu'une des deux peut suffire. On peut faire l'application de ce raisonnement à la matiere électrique: car cette matiere embrase les liqueurs spiritueuses & les vapeurs inflammables (2304), & elle fond les métaux (2606); fonctions qui appartiennent à la matiere de la chaleur: elle se montre sous la forme d'aigrettes lumineuses & d'étincelles brillantes (2224); en un mot elle luit & éclaire, fonctions qui appartiennent à la lumiere. La ressemblance dans les effets annonce assez sûrement l'identité des causes. Nous pouvons donc conclure, avec assez de vraisemblance, que ce fluide, reconnu par les Physiciens sous le nom de *matiere de la chaleur* (588), & auxquels ils attribuent la propriété de produire la lumiere

(1175), eſt auſſi celui que la Nature emploie pour tous les phénomenes électriques.

2227. Si, de plus, nous faiſons attention aux autres propriétés de la matiere électrique, & qui lui ſont communes avec la matiere de la chaleur & celle de la lumiere, nous y trouverons tant d'analogies, que nous nous convaincrons de plus en plus que le feu, la lumiere & l'électricité dépendent du même principe, & ne ſont que trois différentes modifications du même être.

2228. 1°. La matiere électrique, comme celle de la chaleur & de la lumiere, eſt généralement répandue par-tout; elle eſt au dedans comme au dehors des corps, & dans l'air même de notre athmoſphere; elle les pénetre tous intimement & les environne de toutes parts : car aucun corps ne peut devenir électrique ſans le ſecours de cette matiere : or il n'eſt aucun temps, aucun lieu où l'on ne puiſſe électriſer des corps de différentes eſpeces. La matiere électrique eſt donc auſſi généralement répandue que celle de la chaleur & de la lumiere.

2229. 2°. De même que la préſence de la matiere de la chaleur ne ſuffit pas pour que les corps, même les plus inflammables, puiſſent s'embraſer; de même auſſi la préſence de la matiere électrique ne ſuffit pas pour que les corps ſoient actuellement électriſés. Il faut néceſſairement, pour

pour que les corps s'embrasent, que quelque cause particuliere excite le principe de leur embrasement (1111); il faut aussi, pour que les corps deviennent électriques, que quelque cause particuliere excite l'action du fluide qui produit les phénomenes de l'électricité. Or, de tous les moyens propres à animer le principe de la chaleur, il n'en est point de plus efficace que celui qui fait naître primitivement l'électricité : le même moyen qui fait devenir les corps électriques, les rend chauds; le frottement produit l'un & l'autre effet. Quelques corps peuvent, à la vérité, être électrisés par communication (2239), de même qu'un corps peut être embrasé par un autre qui l'est déjà; mais ordinairement celui qui a eu originairement la vertu électrique, a été frotté, de même que l'a été celui qui a été le premier embrasé.

2230. 3°. L'action du feu s'étend davantage, & avec plus de facilité dans les métaux & dans les corps humides que dans toute autre espece de corps. Car si l'on tient par un bout une verge de métal médiocrement longue, & que l'autre extrémité touche au feu, la chaleur se communique bientôt jusqu'à la main, au point qu'on est en danger de se brûler : on ne court pas le même risque avec un bâton, un tube de verre, une lame de pierre, ou toute autre matiere non métallique, le bâton brûle par un bout, sans être chaud par

l'autre, à moins qu'il ne ſoit verd ou qu'il ne contienne beaucoup d'humidité : le tube de verre ſe fond par une extrémité, tandis que l'autre eſt encore froide, &c. La vertu électrique, comme la chaleur, s'étend très-loin & beaucoup plus facilement dans les métaux & dans les corps humides, que dans pluſieurs autres eſpeces de corps. En un mot, les métaux & l'eau ſont excellens conducteurs de l'électricité, de même qu'ils ſont excellens conducteurs de la chaleur.

2231. 4°. La matiere de la lumiere ſe meut, pour l'ordinaire, plus librement dans un corps denſe, que dans un milieu plus rare (1290) : elle ſe meut, par exemple, plus librement dans l'eau que dans l'air, & plus librement encore dans le verre que dans l'eau : c'eſt au moins une conſéquence qu'on a cru devoir tirer des loix qu'on lui voit ſuivre dans ſa réfraction (1287 & *ſuiv.*). La matiere électrique ſe meut auſſi le plus long-temps & le plus loin qu'il eſt poſſible, dans un corps qu'on électriſe, tel qu'une barre de fer : & lorſqu'elle eſt contrainte de paſſer dans l'air, ſon action ne ſe tranſmet qu'à une très-petite diſtance, à moins que cet air ne ſoit fort chargé d'humidité ; auquel cas l'eau devient le véhicule par lequel elle ſe tranſmet ; au lieu qu'on la pourroit porter à une diſtance ſi conſidérable, qu'on n'en connoît pas les bornes, en lui préſentant

une ſuite de corps iſolés (2243), pourvu qu'ils fuſſent de la nature de ceux qui s'électriſent aiſément par communication (2241). Ce qui prouve bien que l'air, quoiqu'il ſoit un fluide très-rare, eſt, pour la matiere électrique de même que pour celle de la lumiere, un milieu beaucoup moins perméable, que ne le ſont pluſieurs autres corps, qui ont beaucoup plus de denſité.

2232. 5°. L'action de la lumiere ſe tranſmet en un inſtant très-court à de grandes diſtances (1180), ſoit qu'elle vienne directement de ſa ſource, ſoit qu'on la réfléchiſſe ou qu'on la réfracte. De même l'action de l'électricité parcourt, en un clin-d'œil, un eſpace très-conſidérable, pourvu qu'elle trouve des milieux propres à la tranſmettre. En voici une preuve. On a électriſé, avec un tube de verre nouvellement frotté, une corde convenablement iſolée, qui avoit 1256 pieds de longueur; & cette corde eſt devenue, dans un inſtant, électrique dans toute ſon étendue. (Voyez les *Mémoires de l'Acad. des Scienc. année* 1733, *pag.* 247.). Mais l'expérience la plus propre à prouver ce que nous avançons, eſt celle qu'on a nommée *expérience de Leyde* (2305, 2543). On ſait que tous ceux qui participent à cette expérience, reſſentent en même temps la commotion qui en eſt l'effet ordinaire. M. l'Abbé *Nollet* l'a faite avec 200 hommes,

qui formoient deux rangs, dont chacun avoit plus de 150 pas de longueur; & a eu un succès complet. Il est plus que probable qu'on réussiroit de même avec 2000 hommes, & même davantage.

2233. 6°. L'électricité, de même que le feu, n'a jamais plus de force que pendant le grand froid, lorsque l'air est sec & fort dense : au contraire, pendant les grandes chaleurs & par un temps humide, il est rare que les phénomenes électriques deviennent très-sensibles. De même les matieres les plus combustibles, si elles sont imprégnées d'humidité, ne brûlent que difficilement. Il est vrai que l'humidité, qui est si nuisible à l'électricité qu'on veut exciter par frottement (2240), bien loin de nuire à celle des corps auxquels on donne cette vertu par communication (2241), ne fait que les en rendre plus susceptibles. Une corde mouillée, par exemple, transmet cette vertu bien plus loin & avec plus d'énergie, que ne feroit la même corde seche : au contraire, un tube ou un plateau de verre ne donne presque aucun signe d'électricité, si on le frotte avec un corps ou dans un air qui ne soit pas bien sec. Mais c'est encore une analogie qui se trouve entre le feu & l'électricité : car l'embrasement, de même que l'électricité, ne naît point dans des matieres fort humides; mais s'il est

excité d'ailleurs, la chaleur, qui en eſt l'effet, s'y communique avec la plus grande facilité.

2234. De toutes ces analogies, nous pouvons conclure, avec la plus grande vraiſemblance, que la matiere électrique, celle qui eſt la cauſe immédiate de tous les phénomenes de l'électricité, eſt la même que celle de la chaleur & de la lumiere. Une matiere qui brûle, qui éclaire, & qui a tant de propriétés communes avec celle qui embraſe les corps & qui nous fait voir les objets, paroît ne devoir être autre choſe que la matiere de la chaleur, autre choſe que la lumiere même.

2235. Il faut cependant avouer que la matiere électrique n'eſt pas purement & ſimplement la matiere de la chaleur & de la lumiere, entiérement dépouillée de toute ſubſtance étrangere; car elle a une odeur (2224) qui ne convient ni à l'une ni à l'autre. Il eſt donc très-probable que cette matiere, la même au fond que celle de la chaleur & de la lumiere, eſt unie à certaines parties, ſoit du corps électriſé, ſoit du corps électriſant, ſoit du milieu par lequel elle a paſſé.

2236. Nous devons avouer auſſi qu'il y a des différences marquées entre la matiere électrique & celle de la chaleur & de la lumiere.

2237. 1°. La matiere de la chaleur, toutes les fois qu'elle pénetre les corps, les échauffe & en

augmente le volume. La matiere électrique ne produit point ces effets : un corps, quelque longtemps qu'on l'électrise, n'en devient ni plus chaud ni plus grand, à moins qu'il ne soit échauffé d'ailleurs (2238) : on peut s'en convaincre par l'expérience suivante.

Expérience. Dans un petit seau de métal, en partie plein d'eau, placez un thermometre de mercure ; marquez, avec une soie, l'endroit du tube où se termine le mercure ; accrochez le tout à un conducteur isolé, & électrisez-le aussi longtemps qu'il vous plaira. Vous verrez des jets de lumiere électrique partir du mercure & s'élancer dans le tube : malgré cela, le volume du mercure ne sera point augmenté ; par conséquent il ne sera point échauffé ; car tout corps qui s'échauffe augmente de volume (1134). Cela vient sans doute de ce que la matiere électrique, qui est la même que celle de la chaleur (2224), est non seulement unie aux parties qui lui donnent de l'odeur (2235), mais même combinée avec ces parties, auquel cas cette matiere n'excite aucune chaleur sensible (1106).

2238. 2°. La matiere de la lumiere pénetre le verre avec une grande facilité : la matiere électrique ne le pénetre que très-difficilement. N'est-ce point encore cette combinaison de la matiere électrique avec une substance étrangere (2237)

qui rend très-difficile sa pénétration dans le verre, à moins que ce dernier ne soit échauffé ou frotté? ce qui ne manque pas de le raréfier; auquel cas ses pores plus ouverts donnent à la matiere électrique un passage plus libre. Le frottement qui électrise les corps, peut bien les échauffer, & par conséquent les raréfier; mais cet effet n'est jamais produit par l'action seule de la matiere électrique.

*Des moyens de faire naître la vertu électrique.*

2239. Il y a deux moyens en usage de faire naître la vertu électrique dans les corps: on les rend électriques, 1°. en les frottant, soit avec la main nue, soit avec quelque substance animale ou métallique; 2°. en les approchant fort près, ou en les faisant toucher légérement un corps qui soit récemment électrisé. On ne connoît guere de corps qui ne puisse s'électriser, au moins de l'une de ces deux façons: il y en a même quelques-uns qui peuvent s'électriser des deux. Le premier moyen d'électriser les corps s'appelle *électrisation par frottement*: le second se nomme *électrisation par communication*. En général, les corps qui s'électrisent le mieux *par frottement*, s'électrisent le moins *par communication*, si cependant on en excepte le verre dans certaines circonstances; &

au contraire les corps qui s'électrisent le mieux *par communication*, s'électrisent le moins *par frottement*.

2240. Il y a fort peu de corps qui aient assez de consistance pour être frottés, qui ne s'électrisent par frottement, sur-tout s'ils sont bien secs; mais ils ne sont pas tous capables d'acquérir par-là une électricité du même degré d'énergie. Ceux qui s'électrisent le plus fortement de cette façon, sont toutes les matieres vitrifiées; ensuite la cire d'Espagne, le soufre, les résines, la soie, les gommes, les poils des animaux, l'air lui-même, &c. on nomme ces corps *idio-électriques*.

2241. Les corps qui s'électrisent le mieux par communication, & que l'on appelle *an-électriques*, sont les substances métalliques (c'est-à-dire, les métaux parfaits ou imparfaits) & l'eau. C'est pourquoi toutes les matieres humides, de quelque nature qu'elles soient, s'électrisent très-bien de cette façon.

2242. Quant aux liqueurs inflammables, telles que les esprits ardens & les huiles, elles ne s'électrisent point du tout par communication: elles seroient de nature à s'électriser par frottement; mais n'ayant point assez de consistance pour être frottées, on ne peut parvenir à les électriser.

2243. Pour électriser les corps par communication, il est nécessaire de les isoler ; c'est-à-dire, de les soutenir sur des supports, qui soient de nature à ne partager que très-peu, ou même point, leur électricité, & qui ne puissent pas la transmettre aux autres corps qui sont dans le voisinage. Les corps qui y sont propres, sont ceux qui s'électrisent le mieux par frottement (2240).

2244. La nécessité d'isoler les corps & les substances propres à les isoler n'ont été connues que par hasard. Ce furent les expériences faites par M. *Gray*, conjointement avec M. *Wheeler*, le 3 Juillet 1729, qui fournirent cette double connoissance. Ils avoient attaché avec une ficelle, une boule de bois dorée à l'extrémité d'un tube de verre ; & en électrisant le tube par frottement, la boule devenoit électrique par communication. Il n'y avoit que quatre pouces de ficelle entre l'extrémité du tube & la boule dorée : ils alongerent cette ficelle jusqu'à 1, 2, 3, &c. pieds ; la boule continua de paroître électrique : pour pouvoir y mettre une ficelle encore plus longue, ils monterent au premier, & laisserent pendre la boule dorée jusque vers le pavé de la cour ; la boule fut encore électrique : ils monterent au second, au troisieme & jusque sur le toit, toujours avec le même succès. Ne pouvant pas monter plus haut, & voulant cependant essayer jusqu'à

quel point on pourroit alonger la ficelle, ils se placerent dans une grange fort longue, & firent prendre à leur ficelle une situation horizontale, au lieu de la situation verticale qu'elle avoit dans leurs premiers essais; & pour la soutenir en l'air, ainsi que la boule dorée, ils l'attacherent avec une autre ficelle fixée à la charpente par le moyen d'un clou. Dans cet état, l'expérience ne réussit point; la boule dorée ne donna aucun signe d'électricité, quelque courte que fût la ficelle qui l'attachoit au tube de verre. Ils penserent que la matiere électrique s'échappoit par la ficelle qui tenoit à la charpente, & que cette ficelle étant trop grosse, laissoit passer trop de cette matiere. Ils firent donc usage d'un cordon de soie, qui, avec beaucoup moins de grosseur, avoit autant de force. L'expérience réussit complétement, la boule dorée s'électrisa, quelque longueur qu'ils donnassent à la ficelle qui l'attachoit au tube de verre. Ils crurent avoir deviné, & que plus le support seroit mince, plus le succès seroit certain. Pour réussir encore plus sûrement, suivant leur idée, à la place du cordon de soie, ils mirent un fil de métal beaucoup plus menu; & l'expérience manqua totalement; la boule dorée ne donna aucun signe d'électricité. Ce qui leur prouva que le succès ne dépendoit pas de la grosseur du support, mais plutôt de sa nature. Ils essayerent ensuite différentes

ſubſtances, pour connoître celles qui étoient propres à iſoler les corps; & ils obſerverent que c'étoient celles qui s'électriſent par frottement. Ce qui leur fit connoître, ce que nous avons dit ci-deſſus (2243), ſavoir, que pour électriſer les corps par communication, il eſt néceſſaire de les iſoler; & que les corps les plus propres à cet effet, ſont ceux qui s'électriſent le mieux par frottement. C'eſt ordinairement ainſi que ſe font les plus grandes découvertes.

2245. Pour iſoler un corps qu'on veut électriſer par communication, il faut donc lui donner pour ſupport, du verre, ou de la porcelaine, ou de la ſoie, du crin, du ſoufre, des réſines, de la cire d'Eſpagne, de la cire d'abeilles, &c. (2240). On pourra choiſir celle de ces matieres qui conviendra le mieux, ſuivant le poids, la figure ou les autres qualités du corps que l'on voudra ſoutenir.

2246. Le P. *Ammerſin*, Minime, nous a appris qu'on pouvoit encore iſoler les corps en les ſoutenant ſur du bois bien ſéché au four, & enſuite frit dans l'huile bouillante: on en a fait des tabourets qui ont aſſez bien réuſſi. Je me ſuis quelquefois ſervi de ſabots, ainſi ſéchés & frits, qui iſoloient fort bien la perſonne qui les avoit aux pieds. J'ai même éprouvé que quelques feuilles de papier imbibées d'huile, iſoloient paſſablement celui qui ſe plaçoit deſſus.

2247. De toutes ces ſubſtances, la plus propre & la plus en uſage pour iſoler, eſt le verre: cependant il s'électriſe un peu par communication, même ſans qu'on y ait ajouté aucune préparation préliminaire, comme le prouve l'expérience ſuivante.

Expérience. Approchez fort près, ou faites toucher légérement un tube de verre à un conducteur (2263) électriſé : auſſi-tôt il ſera capable d'attirer & de repouſſer de petits corps légers; & il n'a pas beſoin pour cela d'être iſolé; car on peut le tenir à la main.

2248. On ſe ſert, comme nous venons de le dire (2245), de corps idio-électriques pour iſoler. Pour conducteur (2263), il faut au contraire ſe ſervir de corps an-électriques (2241), qui ſont les métaux & l'eau, & tous les corps qui en contiennent; car les hommes, les animaux, le bois vert, les cordes mouillées, &c. ne ſont bons conducteurs d'électricité, que par l'humidité qu'ils contiennent.

*Des ſignes par leſquels la vertu électrique ſe manifeſte.*

2249. Les ſignes ordinaires par leſquels la vertu électrique ſe manifeſte dans un corps, ſont tous ceux dont nous avons parlé ci-deſſus (2219), en donnant la définition de l'électricité. De ſorte

qu'on regarde un corps comme actuellement électrisé, lorsqu'il a la propriété d'attirer à lui & de repousser des corps légers qu'on lui présente à une distance convenable; de faire, sur la peau d'un être animé, une impression sensible au toucher; de répandre une odeur de phosphore; de lancer des aigrettes d'une matiere lumineuse; de produire des étincelles brillantes, qui font sentir des piqûres assez vives aux corps animés sur lesquels elles se portent; d'enflammer des liqueurs ou vapeurs spiritueuses, &c.

2250. Il suit de là qu'on doit regarder comme actuellement électrisés, tous les corps qui sont dans le voisinage de celui qu'on électrise par le moyen de l'appareil, quoique non isolés; car tous ces corps produisent les mêmes effets, comme nous le verrons ci-après (2283); avec cette différence seulement, qu'ils ne produisent ces effets que par celui de leurs côtés qui est tourné vers le corps isolé qu'on électrise. Ces effets ne sont donc pas produits uniquement par le corps exposé à l'action de l'appareil; ceux du voisinage y contribuent. Il faut donc considérer l'électricité comme l'action de la matiere de la chaleur & de la lumiere combinée avec une substance qui lui donne de l'odeur (2237), & à laquelle on a fait prendre un certain mouvement (2224), non seulement dans les corps frottés ou isolés; mais

encore dans ceux qui les avoiſinent, quoique ces derniers ne ſoient pas iſolés. On ne doit donc pas regarder le corps frotté ou le conducteur iſolé comme l'unique agent de ces phénomenes, en vertu d'une matiere animée ou tranſmiſe par lui ſeul.

### *Des principaux Inſtrumens qui ſervent à produire les Phénomenes électriques.*

2251. Avant d'entrer dans le détail des phénomenes électriques, il eſt à propos de faire connoître les principaux inſtrumens qui ſervent à les produire. Ces inſtrumens ſont, 1°. des tubes de verre, ou des bâtons de cire d'Eſpagne; 2°. des machines de rotation, propres à faire tourner des globes, ou des cylindres, ou des plateaux de verre, de ſoufre ou de cire d'Eſpagne; 3°. des conducteurs de métal, ou de ſubſtances chargées d'humidité; 4°. des bouteilles électriques, appelées *bouteilles de Leyde*; 5°. des batteries électriques.

2252. La premiere machine électrique dont on ait fait uſage, étoit un tube de verre, qui, étant électriſé par frottement (2239), étoit parlà mis en état de communiquer l'électricité à d'autres corps. Le verre le meilleur pour cet uſage, eſt cette eſpece de verre blanc & tendre qu'on

nomme *criſtal*; celui d'Angleterre ſur-tout eſt excellent. Les dimenſions les plus commodes qu'on puiſſe donner au tube électrique, ſont à peu près trois pieds de longueur, douze ou quinze lignes de diametre, & une bonne ligne d'épaiſſeur: quoique ces dimenſions ſoient différentes de celles que nous venons d'indiquer, cela n'empêche pas le tube d'être propre à ce que l'on en exige. Si le tube eſt bien cylindrique & bien droit, il n'en ſera que meilleur, parce qu'il ſera frotté avec plus de facilité.

2253. Il eſt aſſez indifférent que le tube ſoit ouvert ou fermé par ſes extrémités: il eſt cependant bon que l'air du dedans ſoit à peu près dans le même état que celui du dehors; c'eſt pourquoi il eſt à propos que le tube ſoit ouvert au moins par un bout; mais il eſt bon de tenir cette ouverture ordinairement bouchée, afin que le tube ne ſe saliſſe pas par dedans; car la malpropreté, & ſur-tout l'humidité, nuit beaucoup à ſes effets. Si, malgré ces précautions, le tube s'eſt ſali, ou a reçu de l'humidité; pour le nettoyer ou le ſécher par dedans, on y fera couler un peu de ſablon bien ſec; &, après l'y avoir ſecoué quelque temps, on l'en fera ſortir, & l'on fera gliſſer d'un bout à l'autre du tube, & à pluſieurs fois, du coton cardé, que l'on pouſſera avec une baguette, ou que l'on tirera avec une ficelle.

Fig. 325. 2254. La façon dont on doit s'y prendre pour électriser le tube AB (*fig.* 325.), est de le tenir d'une main par un bout A, & de l'empoigner avec l'autre main, pour le frotter à plusieurs reprises suivant sa longueur, jusqu'à ce qu'il donne des marques assez fortes d'électricité. On peut frotter ainsi le tube avec la main nue, si elle est bien seche; mais si elle est humide par la transpiration, il faut mettre entre le verre & elle une feuille de papier gris, ou mieux encore un morceau de taffetas ciré. Il n'est pas nécessaire, pour électriser le verre, de le serrer bien fort; il suffit de le frotter légérement, mais un peu vîte, & en serrant un peu plus lorsque la main descend, que quand on la releve. Le tube étant ainsi frotté, sur-tout si le temps est sec & frais, qu'on le présente à des corps légers C, D, E, F, on les voit tous se porter vers lui, & souvent en être repoussés l'instant d'après.

2255. On peut avoir à peu près l'équivalent du tube électrique avec le soufre & la cire d'Espagne, en en formant des bâtons. Ces bâtons frottés, comme nous venons de dire qu'on doit frotter le tube de verre, deviennent électriques comme lui; il n'y a de différence que du plus au moins.

2256. Ces tubes étoient de bien petits instrumens, & ne produisant qu'une très-foible électricité.

tricité. On imagina donc, afin de pouvoir produire un frottement plus vif, & sur une plus grande surface, de faire tourner des globes entre deux pointes, par le moyen d'une machine de rotation (*fig.* 326.). Pour que cette machine soit assez grande & assez forte pour servir à toutes sortes d'expériences d'électricité, il est bon que la roue R O ait au moins quatre pieds de diametre; qu'elle soit portée sur un bâti H I C D, &c. bien solide & assez pesant; & qu'il y ait deux manivelles M, *m*, afin qu'en employant deux hommes à la fois pour tourner, en certains cas, on puisse forcer les frottemens du globe, pour augmenter les effets. Le globe S doit être porté sur des pointes entre deux poupées N, qui, si elles tiennent au bâti de la roue, doivent être portées de façon qu'elles puissent s'en approcher ou s'en écarter toutes deux ensemble, afin qu'on puisse commodément tendre la corde, lorsqu'elle change de longueur. Il faut aussi qu'il y ait une de ces poupées mobile, de façon à pouvoir s'avancer vers l'autre ou s'en écarter, afin de pouvoir placer entre elles des globes de différens diametres: la corde de la roue R O doit communiquer immédiatement & sans renvoi avec la poulie P du globe S: 1°. parce que les renvois, tels qu'ils puissent être, augmentent la résistance; 2°. parce que les poulies de renvoi sont toujours

*Fig.* 326.

beaucoup de bruit, & qu'il y a des expériences où le bruit feroit nuifible. Si l'on étoit curieux de faire conftruire une pareille machine, la figure en montre, affez en détail, toutes les pieces, dont on connoîtra aifément les dimenfions, par le moyen de l'échelle qui eft au deffous.

2257. Quand on veut faire ufage de cette machine, il faut faire tourner le globe S felon l'ordre des chiffres 1, 2, 3, & frotter fon équateur avec les deux mains nues & bien feches, ou avec un couffin de cuir rembourré de crin, qu'il eft aifé d'y appliquer. On fait répondre, au deffus
*Fig.* 327. du globe S, une barre de fer AB (*fig.* 327.) ifolée avec des cordons de foie *s*, *s*, ou quelque autre fubftance qui y foit propre (2245): cette barre eft ce qu'on appelle un *conducteur* (2263); parce que les métaux s'électrifant très-aifément par communication (2241), font en effet très-bons conducteurs d'électricité.

2258. Les Anglois ont imaginé, depuis quel-
*Fig.* 329. ques années, une machine électrique (*fig.* 329.), dans laquelle on a fubftitué au globe un plateau circulaire de glace, qui en fait les fonctions. Ce plateau P*p*, qui eft percé à fon centre d'un trou rond, eft monté fur un axe *a a* de cuivre ou de bois dur, auquel eft adaptée une manivelle *a b*, par le moyen de laquelle on fait tourner le plateau. L'axe *a a* eft foutenu fur deux montans

verticaux de bois M $m$, N $n$, auxquels ſont fixés quatre couſſins $i$, $i$, &c. de cuir rembourrés de crin, qui ſervent à frotter le plateau qui eſt placé entre eux.

2259. Devant le plateau eſt placé horizontalement un conducteur de cuivre ECD, portant à l'une & à l'autre de ſes extrémités une boule E, D, de même métal, & terminé, vers le plateau, par deux branches courbes A, B, qui ſont elles-mêmes terminées chacune par une petite boule $d$, $f$, qui porte une pointe fine $g$, $h$, de métal qui ſe préſente au plateau, & par leſquelles la vertu électrique ſe communique au conducteur. Ce conducteur eſt porté ſur deux colonnes de verre F, G, qui ſervent à l'iſoler (2245).

2260. Les deux branches courbes A, B, du conducteur ſont ordinairement terminées chacune par un godet aſſez large, dans lequel on place pluſieurs pointes. L'expérience m'a appris que cette pluralité de pointes eſt nuiſible; & qu'avec une pointe unique dans chaque godet, la vertu électrique ſe fait plus vivement ſentir: ce qui m'a engagé à eſſayer d'ôter les godets & n'y laiſſer que les pointes $g$, $h$. Mon eſſai m'a très-bien réuſſi; car, dans ce dernier cas, l'énergie de la vertu électrique a été plus grande que dans tous les autres.

2261. Pour rendre les couſſins *i*, *i*, d'un meilleur uſage & plus propres à l'effet qu'on en attend, il faut les enduire d'un amalgame, fait d'étain & de mercure à conſiſtance de beurre, & n'y pas mettre de carbonate calcaire ou craie, comme on le fait ordinairement; car cette ſubſtance attire beaucoup l'humidité de l'air; ce qui nuit conſidérablement à la vertu électrique du plateau. Au lieu de l'amalgame dont nous venons de parler, on frotte les couſſins avec de l'*aurum muſivum*, qui eſt une combinaiſon d'étain & de ſoufre. Pour former cette combinaiſon, on emploie quatre ſubſtances; ſavoir, de l'étain, du mercure, du ſoufre, & du muriate d'ammoniaque, dont on peut mettre parties égales de chacun. On commence par amalgamer l'étain au mercure; l'on y ajoute enſuite le ſoufre & le muriate d'ammoniaque; & lorſque le mélange eſt bien fait, on l'introduit dans une cornue ou un matras de verre, & l'on procede à la diſtillation, pendant laquelle il ſe dégage une grande quantité de vapeurs. Lorſqu'il ne s'en dégage plus, l'opération eſt finie : ce qui reſte dans la cornue eſt l'*aurum muſivum*. M. *Ingenhouſe* nous a fait connoître un autre amalgame, qu'on emploie au même uſage, & qui produit un beaucoup meilleur effet. En voici la compoſition. On fait fondre dans un creuſet 8 onces d'étain & autant de zinc;

& lorſque la fuſion eſt complette & le mélange bien fait, on retire le creuſet du feu, & l'on ajoute à ce mélange une livre de mercure : on remue le tout avec ſoin pour le bien amalgamer : on le met enſuite dans un mortier de fer, & on le triture juſqu'à ce qu'il ſoit réduit en une poudre noire très-fine. On répand un peu de cette poudre ſur un des couſſins ; & en y en appliquant un autre, on les frotte enſemble ; ce qui ſuffit pour leur donner à l'un & à l'autre une grande vertu, & qui dure fort long-temps.

2262. Comme dans cette machine on peut employer un très-grand plateau de glace, & qu'on peut ainſi avoir une grande étendue de ſurface frottée tout à la fois, on peut eſpérer de ces ſortes de machines des effets beaucoup plus grands que ceux que peuvent produire les machines à globe.

2263. On appelle *conducteurs*, les corps qui ſont électriſables par communication, parce que ces ſortes de corps ſont propres à conduire au loin la vertu électrique qu'on leur communique. Les corps de cette nature, qui ſont le plus en uſage, & les plus propres à produire l'effet qu'on en attend, ſont les métaux, les corps animés, l'eau & toutes les matieres humides. Les premiers conducteurs dont on s'eſt ſervi, ont été faits avec

des cordes de chanvre; & lorſqu'on les a mouillées, elles ont produit beaucoup plus d'effet; parce que l'eau, étant très-électriſable par communication (2241), porte avec elle cette propriété dans tous les corps où elle ſe trouve. C'eſt pourquoi un bâton de bois vert s'électriſe beaucoup mieux par communication, que ne feroit le même bâton, s'il étoit ſéché. Un cordon de ſoie ou de crin, qui, s'il étoit bien ſec, ne recevroit aucune vertu électrique par communication, étant mouillé, s'électriſera auſſi bien que la corde de chanvre mouillée, dont nous avons parlé ci-deſſus, & fera alors un très-bon conducteur. Une ſuite d'hommes iſolés, & qui ſe tiendroient tous par la main, feroit auſſi un très-bon conducteur.

2264. On ne ſait pas encore juſqu'où peut aller la longueur qu'on peut donner aux conducteurs : la diſtance à laquelle l'électricité peut s'étendre, par leur moyen, n'eſt pas déterminée, non plus que le temps qu'elle emploie à ſe propager. On peut ſeulement dire en général que cette diſtance eſt très-grande. On a porté la vertu électrique à plus de 1300 pieds, dans un temps ſi court, qu'il étoit incommenſurable, par le moyen d'une corde tendue en plein air, & ſoutenue, de diſtance en diſtance, par des cordons de ſoie (2245). Il eſt très-probable qu'on pourroit la porter conſidérablement plus loin en mouillant la

corde, ou en employant, à ſa place, un fil de métal.

2265. Il n'eſt pas néceſſaire que le conducteur ſoit toujours dirigé en ligne droite ; la vertu électrique le ſuit dans toutes les différentes directions qu'il prend, ſans qu'on s'apperçoive d'aucun déchet. Cela eſt commode en ce que, par des retours multipliés, on peut former un très-long conducteur dans un eſpace médiocre. De plus, on peut, par ce moyen, rapprocher les deux extrémités l'une de l'autre, pour mettre l'Obſervateur à portée de juger par lui-même des effets qu'il produit par l'action du corps électriſé qu'il emploie.

2266. Il n'eſt pas non plus néceſſaire que le conducteur ſoit d'une ſeule piece : pluſieurs verges de fer, miſes bout à bout les unes des autres, conduiront la vertu électrique tout auſſi bien qu'un fil de fer d'un ſeul bout. Il n'eſt pas même néceſſaire que toutes les parties ſe touchent ; on peut en interrompre la continuité par des intervalles, qui peuvent même être quelquefois aſſez grands, ſans que la vertu électrique ceſſe de ſe porter d'une extrémité à l'autre du conducteur. Si les pieces qui forment un pareil conducteur, ſe trouvent à des diſtances convenables les unes des autres, on voit ſouvent à chacune de leurs extrémités briller une aigrette ou éclater une étincelle : de ſorte que les intervalles qui ſéparent chaque

piece, sont marqués par autant de feux, sur-tout si l'on opere dans l'obscurité.

2267. Il s'agit maintenant de savoir si, pour forcer les effets de l'électricité, il est plus avantageux d'augmenter la masse du conducteur, ou d'en augmenter la surface. Il paroît certain, par toutes les expériences qu'on a faites, que l'augmentation de la masse du conducteur, toutes choses d'ailleurs égales, augmente la grandeur des effets; mais que cette augmentation dans les effets ne suit pas, à beaucoup près, celle de la masse. Il est certain aussi que l'augmentation des surfaces des conducteurs contribue beaucoup à augmenter la grandeur des effets.

EXPÉRIENCE. J'ai électrisé avec le même globe, & dans le même temps, deux conducteurs isolés, dont l'un étoit une tringle de fer ronde, de 5 pieds 3 pouces de long, & qui avoit 22 lignes de circonférence; & l'autre, un tuyau de carton, couvert de papier doré, qui avoit 5 pieds 6 pouces de long & 22 pouces de circonférence: la tringle de fer pesoit 5 livres 1 once; & le tuyau de carton pesoit 1 livre 8 onces 4 gros. La surface de la tringle étoit donc à celle du tuyau de carton dans le rapport de 1 à environ 13; tandis que la masse de la tringle étoit à celle du tuyau dans le rapport de 162 à 49, ou, à fort peu de chose près, comme 10 est à 3. Et si l'on

n'avoit égard qu'à la petite quantité de métal qui couvroit le tuyau de carton, relativement à celle qui composoit la tringle, la premiere ne seroit peut-être pas la 200$^e$. partie de l'autre. Ayant donc égard aux masses, l'électricité de la tringle devoit être plus forte que celle du tuyau; mais à cause de la grande augmentation de la surface du tuyau, le contraire arriva avec une différence très-marquée. Le tuyau commençoit à attirer un fil de coton à 5 pieds de distance; & celle à laquelle la tringle produisoit le même effet, étoit de beaucoup moindre. Si l'on présentoit la main vers les bords du tuyau, à son extrémité la plus reculée du globe, on en voyoit sortir plusieurs aigrettes très-bruyantes, qui avoient 3 à 4 pouces de long; tandis que les plus belles aigrettes que fournissoit la tringle, avoient tout au plus 2 pouces: en présentant le doigt au tuyau, pour en tirer une étincelle, il suffisoit d'en approcher à 2 pouces de distance; elle éclatoit alors avec un pétillement considérable, & causoit une douleur souvent insupportable, & qui se faisoit sentir jusqu'au coude; au lieu que, pour tirer des étincelles de la tringle, il falloit en approcher le doigt à 1 pouce de distance; & la douleur qu'elles causoient étoit si peu de chose, qu'on pouvoit en tirer 7 à 8 de suite. Ce qui prouve qu'on augmente plus les effets en augmentant les surfaces des conducteurs,

qu'en augmentant leurs maſſes. En général, on augmente encore davantage les effets, en augmentant les ſurfaces en longueur, plutôt qu'en groſſeur ; de ſorte qu'à quantité égale de ſurfaces, plus le conducteur ſera long, plus les effets seront grands. Suppoſons un conducteur cylindrique de 6 pieds de long & de 3 pieds de circonférence ; & un autre de 72 pieds de long & de 3 pouces de circonférence : ſi l'on fait abſtraction des deux bouts, les ſurfaces ſont, dans l'un & dans l'autre, de 18 pieds quarrés. Le plus long produira beaucoup plus d'effet.

2268. De tout ce que nous venons de dire (2267), l'on peut conclure, 1°. qu'un corps qui a beaucoup de maſſe, s'électriſe ( à ſurfaces égales ) plus fortement que celui qui en a moins, pourvu que la ſource d'où il tire ſa vertu puiſſe y fournir.

2269. 2°. Que l'augmentation de la ſurface, dans le corps qu'on électriſe, contribue encore davantage à augmenter la grandeur des effets.

2270. 3°. Que l'énergie de la vertu électrique ne ſuit ni la proportion des maſſes, ni celle des ſurfaces.

2271. 4°. Mais qu'à ſurfaces égales, plus le conducteur aura de longueur, plus les effets ſeront grands.

2272. On appelle *bouteille de Leyde*, une

bouteille de verre D F (*fig.* 327.) ou D G (*fig.* 328.), en partie remplie ou garnie de quelques corps an-électriques (2241), tels que de l'eau ou quelque ſubſtance métallique, & dont la ſurface extérieure F ou G eſt en partie garnie d'une feuille de métal, ou dont on tient à la main la ſurface extérieure pendant qu'on en fait uſage, ou du moins dont on fait communiquer immédiatement la ſurface extérieure avec quelque corps an-électrique. Dans cette bouteille, on plonge une verge de métal B ou *b* qui ſert à faire communiquer ſa ſurface intérieure avec le corps duquel elle reçoit la vertu électrique. Cette bouteille eſt le principal inſtrument de l'expérience nommée par l'Abbé *Nollet*, *Expérience de Leyde* (2305). *Fig.* 327. *Fig.* 328.

2273. On appelle *batterie électrique* (*fig.* 330.), un nombre plus ou moins grand de vaſes de verre, garnis en dedans & en dehors de lames d'étain (excepté leur partie ſupérieure qui demeure ſans garniture), & tous contenus dans une boîte de bois auſſi doublée de lames d'étain. A, A, A, A, A, A ſont ſix grands vaſes de verre garnis intérieurement & extérieurement de lames d'étain juſqu'en B, B, &c. & placés dans la boîte C D E doublée auſſi de lames d'étain. Les capacités intérieures de ces ſix vaſes communiquent enſemble par les verges de métal G H, *Fig.* 330.

IK, LM, NO, PQ, ST, toutes engagées dans la boule P & iſolées ſur une colonne de verre R. Ces verges de métal peuvent être miſes en communication avec le principal conducteur d'une machine électrique, par le moyen de la verge de métal V X. Sur un des petits côtés CD de la boîte CDE eſt adaptée une piece de cuivre en forme d'équerre YZ, dont la partie Y communique immédiatement avec la doublure d'étain de la boîte CDE; & la partie Z ſert de ſupport aux ſubſtances que l'on veut ſoumettre à l'expérience.

2274. Cet appareil, ainſi conſtruit, s'électriſe à la maniere de la bouteille de Leyde (2305); & produit un effet d'autant plus grand, que les vaſes ſont eux-mêmes plus grands, ou qu'il y en a un plus grand nombre. Il me ſemble avoir obſervé que, pour augmenter l'intenſité de ces effets, on gagne plus en augmentant la capacité des vaſes, qu'en en augmentant le nombre : de ſorte qu'en ſuppoſant la même quantité de ſurfaces garnies, un petit nombre de grands vaſes produit plus d'effet qu'un grand nombre de petits.

### *Des Phénomenes électriques.*

2275. Après avoir donné la définition de l'électricité (2219), nous avons examiné quelle

eſt la nature de la vertu électrique (2224 *& ſuiv.*) ; quels ſont les moyens de la faire naître (2239 *& ſuiv.*) ; quels ſont les ſignes par leſquels elle ſe manifeſte (2249 & 2250) ; & quels ſont les principaux inſtrumens qui ſervent à produire les phénomenes électriques (2251 *& ſuiv.*). Il s'agit maintenant de voir quels ſont ces phénomenes : après quoi nous rendrons compte des tentatives qu'on a faites, & des théories qu'on a imaginées pour en rendre raiſon.

2276. On peut diviſer en deux claſſes tous les phénomenes électriques. Dans la premiere, nous renfermerons tous ces mouvemens, tant alternatifs que ſimultanées, auxquels on a donné les noms d'*attraction* & de *répulſion*, & généralement tout ce qui s'opere par une cauſe qui demeure inviſible. Nous comprendrons, dans la ſeconde, tous les faits qui ſont accompagnés de lumiere, de pétillemens, de piqûres, d'inflammations, de commotions, &c. Quoique quelques-uns de ces faits ne paroiſſent, au premier coup d'œil, avoir aucune analogie avec les autres, on verra par la ſuite qu'ils ſe rapprochent, & ne ſont le plus ſouvent que des extenſions les uns des autres, ou les ſuites néceſſaires d'une cauſe commune, mais variée par quelques circonſtances.

2277. La matiere électrique, que nous avons dit ci-deſſus (2224) être en mouvement, ſoit au

dedans, ſoit autour du corps électriſé, ſe porte progreſſivement aux environs juſqu'à une certaine diſtance, laquelle eſt plus ou moins grande, ſuivant le degré d'énergie de la vertu électrique de ce corps. La preuve de cela, c'eſt que cette matiere emporte les corps légers qui ſont à la ſurface du corps électriſé, & les ſoutient quelquefois en l'air à 18 pouces ou 2 pieds de diſtance au deſſus du corps électriſé, malgré leur poids qui s'y oppoſe.

Fig. 331. Expérience. Après avoir frotté un tube de verre AB (*fig.* 331.), qu'on lui préſente un petit corps léger, par exemple, un duvet de plume D, ce petit corps s'épanouit & demeure ſuſpendu à une certaine hauteur au deſſus du tube; de ſorte que ſi l'on éleve le tube, le petit corps s'éleve auſſi; & il s'abaiſſe, ſi l'on abaiſſe le tube.

2278. La matiere électrique ſort toujours du corps électriſé ſous la forme de bouquets ou d'aigrettes, compoſés de rayons divergens entre eux. Ses écoulemens prennent toujours cette forme, ſoit que cette matiere demeure inviſible, ſoit qu'elle ſoit rendue viſible par ſon inflammation.

Fig. 332. Expérience. Suppoſons une barre de fer AB (*fig.* 332.) électriſée par un globe ou un plateau de verre : on appercevra, à l'extrémité B de cette barre la plus éloignée du globe ou du plateau, une

ou plusieurs aigrettes E de matiere enflammée, dont les rayons partant d'un point, affectent toujours beaucoup de divergence entre eux. Si l'on répand plusieurs gouttes d'eau *i*, *i*, *i*, *i*, sur cette barre; en présentant le dos de la main à ces gouttes d'eau, on en verra sortir autant d'aigrettes lumineuses *e*, *e*, *e*, semblables à celle E dont nous venons de parler. Si, au lieu de gouttes d'eau, on met sur la barre plusieurs petits tas D, D, de quelque poussiere ou de son de farine; dans l'instant que la barre deviendra électrique, la poussiere sera chassée; mais chacun des tas prendra, en s'envolant, la forme d'une gerbe G, G, & représentera en grand l'aigrette de matiere électrique, dont il suit l'impulsion. Il arriveroit de là que, si la vertu électrique avoit assez d'énergie, le corps électrisé paroîtroit tout hérissé d'aigrettes, comme on le voit *fig.* 333. *Fig.* 333.

2279. Les mêmes effets ont lieu, si la barre de fer est électrisée par un globe ou un plateau de soufre ou de cire d'Espagne; avec cette différence seulement que tous les phénomenes n'ont pas une si grande apparence : les aigrettes lumineuses E, *e*, *e*, *e*, sont considérablement plus petites, & on leur a donné le nom de *points lumineux*; mais elles sont, comme les autres, composées de rayons divergens, & elles paroissent, à qui les observe attentivement, avoir un mouvement progressif

en avant : les gerbes G, G, ne s'élevent pas si haut, à beaucoup près, & prennent un beaucoup moindre volume.

2280. Ce sont ces différences dans la grandeur des phénomenes qui ont donné lieu à ces distinctions d'électricité, en *vitrée* & *résineuse*; en *plus* & en *moins*; en *positive* & *négative*, dont nous parlerons dans la suite. En effet, ces différences existent, & la distinction est fondée; mais il nous faudra examiner en quoi consistent ces différences (2285, 2563).

2281. Ces grandes & petites aigrettes ont lieu tout à la fois dans le même corps : & c'est un phénomene qui est constant, & qui mérite la plus grande attention. Si l'on électrise un conducteur
*Fig.* 334. de métal GF (*fig.* 334.) avec un globe de verre L, on voit à son extrémité la plus reculée du globe une belle & grande aigrette lumineuse F; & à l'extrémité par laquelle il communique au globe, on ne voit qu'une petite aigrette, qu'un *point lumineux* L : si à ce conducteur GF on présente une verge I de métal pointue, on n'apperçoit à sa pointe qu'un point lumineux *f*. Au contraire, si l'on électrise un conducteur de métal
*Fig.* 335. KE (*fig.* 335.) avec un globe de soufre M, on ne voit à son extrémité la plus reculée du globe qu'un point lumineux E; & à l'extrémité par laquelle il communique au globe, on voit une belle

belle aigrette lumineuſe M bien épanouie : ſi à ce conducteur K E on préſente une verge H de métal pointue, on voit à ſa pointe une belle & grande aigrette lumineuſe *e*. L'aigrette ſe trouve donc, dans tous les cas, à l'extrémité la plus reculée du conducteur électriſé par le verre, à l'extrémité par laquelle le conducteur communique au globe de ſoufre, & à la pointe préſentée au conducteur électriſé par le ſoufre. Et le point lumineux ſe trouve à l'extrémité la plus reculée du conducteur électriſé par le ſoufre, à l'extrémité par laquelle le conducteur communique au globe de verre, & à la pointe préſentée au conducteur électriſé par le verre.

2282. On dit qu'un corps eſt électriſé *poſitivement* ou *en plus*, lorſqu'il fait appercevoir l'aigrette ; & qu'il eſt électriſé *négativement* ou *en moins*, lorſqu'il ne fait voir que le point lumineux : & l'on prétend que l'électricité *poſitive* ou *en plus*, conſiſte en ce que le corps ainſi électriſé contient alors une plus grande quantité de fluide électrique qu'il n'en contient dans ſon état naturel : & que l'électricité *négative* ou *en moins*, conſiſte en ce que ce corps contient une moindre quantité de fluide électrique que dans ſon état naturel. Et comme ce fluide tend toujours, ainſi que le font tous les autres, à ſe mettre en équilibre avec lui-même, en ſe répandant uniformément

par-tout, on conclut (mais on ne prouve pas) qu'un corps électrisé *positivement* lance continuellement le fluide électrique qu'il a de trop, sans en recevoir de nouveau : & qu'au contraire, un corps électrisé *négativement*, reçoit de tous les corps qui l'avoisinent, la portion de fluide électrique qui lui manque, sans en fournir à aucun. En conséquence on dit que l'*aigrette* est le signe de la sortie de la matiere électrique, & que le *point lumineux* est le signe de son entrée. Mais cela ne s'accorde pas avec les faits suivans.

2283. Car tous les corps qu'on électrise, soit par frottement, soit par communication, soit que cette électricité soit communiquée par le verre ou par des corps résineux; tous ces corps, dis-je, reçoivent, sur-tout des corps an-électriques qui les avoisinent, une matiere semblable à celle qu'ils lancent autour d'eux.

EXPÉRIENCE. Placez-vous devant un conduc-
*Fig.* 334. teur GF (*fig.* 334.) électrisé par le verre, ou plutôt (afin qu'on puisse dire de part & d'autre ce que l'on éprouve) qu'un homme isolé fasse partie de ce conducteur; qu'il présente le doigt devant la main ou le visage d'un autre homme non isolé : ce dernier sentira un petit vent frais qui portera avec lui une odeur de phosphore (2249) : si à ce doigt on présente une petite
*Fig.* 336. bougie allumée G (*fig.* 336.), une portion de la

flamme & de la fumée sera soufflée en avant : si à ce doigt on accroche un petit vase K (*fig.* 337.) rempli d'eau, & terminé par un tuyau délié qui n'en permette l'écoulement que goutte à goutte, cet écoulement sera accéléré ; il se fera par des jets continus de rayons divergens. Tout cela doit être, & l'on en voit la raison : le doigt de l'homme isolé représente l'extrémité F (*fig.* 334.) du conducteur GF électrisé par le verre, à laquelle extrémité on voit une belle aigrette lumineuse F (2281) qu'on prétend être le signe de la sortie de la matiere électrique (2282). C'est donc cette matiere, en s'écoulant, qui fait sentir le vent ; qui fournit l'odeur de phosphore ; qui souffle la flamme & la fumée ; qui accélere l'écoulement de la liqueur. Maintenant que l'homme non isolé présente le doigt devant la main ou le visage de l'homme isolé, ce doigt non isolé va produire tous les effets qu'a produits le doigt isolé : il fera sentir le vent & l'odeur de phosphore ; il soufflera la flamme & la fumée de la bougie que tiendra l'homme isolé ; si l'on accroche à ce doigt non isolé le vase rempli d'eau, l'écoulement sera accéléré. Les mêmes effets sont certainement produits par la même cause : le doigt non isolé fournit donc une matiere semblable à celle que nous avons dit être fournie par le doigt isolé. Voici encore un autre fait qui ne peut laisser aucun

*Fig.* 337.

*Fig.* 334.

doute là-dessus. Faites communiquer au conducteur G F une soucoupe de métal isolée : mettez dans cette soucoupe, de l'huile jusqu'à une épaisseur de 7 à 8 lignes : au dessus de cette soucoupe, à 7 à 8 pouces de distance, & vers son milieu, présentez la pointe *f* de la verge de métal I. Vous verrez l'huile s'abaisser vers le milieu, & se porter vers les bords, comme si vous l'agitiez avec un petit soufflet. Faites nager sur l'huile une petite balle de liége, & y présentez la pointe *f*. Cette balle s'enfoncera dans l'huile jusqu'à toucher le fond de la soucoupe; & elle ne se relevera que lorsque vous retirerez la pointe. Ces effets ne peuvent certainement être produits que par une matiere qui sort de cette pointe, pour se porter au corps électrisé. Donc les corps an-électriques, qui sont en présence des corps électrisés par le verre, fournissent à ces derniers une matiere semblable à celle qui s'en écoule. Cependant le doigt non isolé représente la verge de métal I, à la pointe de laquelle on ne voit qu'un point lumineux *f* (2281), qu'on prétend n'être que le signe de l'entrée de la matiere électrique (2282), & cette pointe *f* produit les mêmes effets que le doigt non isolé : cette prétention est donc tout-à-fait mal fondée. En effet, on voit bien qu'il est impossible que les effets produits par le doigt non isolé soient causés par l'écoulement du fluide électrique, par-

tant de l'homme isolé pour se porter vers l'homme non isolé : ils ne peuvent être causés que par un écoulement en un sens opposé au premier : donc, &c.

2284. L'extrémité E du conducteur KE (*fig.* 335.) électrisé par le soufre, & qui ne fait voir qu'un point lumineux E, produit aussi les mêmes effets que nous venons de dire (2283) être produits par le doigt non isolé : elle fait sentir le vent & l'odeur de phosphore ; elle souffle en avant une portion de la flamme & de la fumée d'une petite bougie C ; elle accélere l'écoulement de la liqueur placée dans le tuyau creux EL : elle fournit donc elle-même du fluide électrique, en même temps qu'elle en reçoit des corps voisins. Pareillement l'extrémité F du conducteur GF (*fig.* 334.) électrisé par le verre, reçoit du fluide électrique des corps voisins, en même temps qu'il leur en fournit (2283).

*Fig.* 335.

*Fig.* 334.

2285. Il suit de là que le fluide électrique se meut de la même maniere dans tous les corps électrisés, soit par frottement, soit par communication, soit que la vertu électrique soit communiquée par le verre ou par des corps résineux : & que la différence qui existe entre l'électricité *positive* & l'électricité *négative*, entre l'électricité *en plus* & l'électricité *en moins* (2280), ne consiste que dans la différence de l'activité

du fluide électrique, comme le soupçonne M. *Francklin* lui-même, quoique cela soit opposé à sa théorie (2451). Lorsque son action est animée par le verre, elle a beaucoup plus d'énergie & produit des effets plus apparens, que lorsqu'elle est animée par des corps résineux.

2286. Il suit encore de ce que nous venons de dire (2283, 2284) que tout corps électrisé, soit par frottement, soit par communication, soit par le verre, soit par des corps résineux, est entouré d'une athmosphere de ce fluide qu'on nomme *matiere électrique*, dont les rayons, animés d'un mouvement progressif, vont en deux sens opposés; les uns partant du corps électrisé pour se porter aux environs, les autres venant à lui des corps qui l'avoisinent : ces deux courans ont lieu en même temps; ils sont simultanées; & l'un des deux est ordinairement plus fort que l'autre. Ce qui prouve bien ce que nous avons dit ci-dessus (2250), que les corps qui sont en présence des corps électrisés, contribuent à la production des phénomenes.

Expérience. On sait qu'un corps électrisé attire & repousse dans le même instant des corps légers qu'on lui présente; & cela par le même côté de sa surface : c'est-à-dire, que les uns paroissent attirés, dans le même temps que les autres sont repoussés. Ces attractions & répulsions

ſont certainement cauſées par les deux courans dont nous venons de parler : le courant qui part des corps qui avoiſinent le corps électriſé, font paroître ces petits corps attirés ; & le courant qui vient du corps électriſé, les repouſſe : comme ces deux effets ont lieu dans le même inſtant ; donc ces deux courans ſont ſimultanées. Pendant que le globe de verre F (*fig.* 338.) fournit, de l'aveu de tous les Phyſiciens, de la matiere électrique au conducteur H D, ſi on lui préſente une clef A, ou un doigt B, ou tout autre corps anélectrique, on voit clairement le fluide électrique ſe précipiter de ces corps ſur ce globe : donc, &c. Dans le même inſtant que la petite feuille de métal E paroît attirée par le conducteur H D, les corps légers G, G, qui ſont placés deſſus, en ſont repouſſés. Dans le même inſtant que l'écoulement de l'eau contenue dans le petit vaſe D eſt accéléré (2283), celui de l'eau contenue dans le vaſe C, ſoutenu par une perſonne non iſolée, eſt accéléré de même ; mais il faut remarquer que cette accélération n'a lieu que par le côté du vaſe C qui eſt tourné vers le conducteur électriſé (2250). Si l'on met un fil I ſur le conducteur H D, ſi-tôt que ce conducteur devient électrique, les deux bouts de ce fil s'écartent l'un de l'autre, & ſont dirigés ſuivant le courant du fluide électrique qui s'échappe du conducteur. Suppoſons

*Fig.* 338.

donc un grand nombre de fils placés autour
Fig. 339. du conducteur AB (*fig.* 339.) : chacun de ces fils *f*, *f*, se dirige de maniere à représenter les prolongemens des rayons de ce conducteur : si l'on y passe un cerceau CC, garni de fils F, F, ces derniers fils se dirigent tous vers l'axe du conducteur. Les fils *f*, *f*, sont dirigés par le fluide électrique qui sort du conducteur ; & les fils F, F, sont dirigés par le fluide de même espece qui se porte du cerceau vers le conducteur : donc les deux courans, en sens opposés de ce fluide, sont simultanées.

2287. Un corps repoussé par un corps électrisé, ne manque pas d'être attiré de nouveau par ce corps, si-tôt qu'il a touché quelque corps an-électrique.

2288. Les attractions électriques sont plus vives, lorsque les corps légers présentés au corps électrisé, sont soutenus sur des supports de substances an électriques. En général, les corps sont plus vivement attirés, s'ils sont présentés sur un support de métal ou d'une substance qui contient de l'humidité, qu'ils ne le seroient s'ils étoient présentés sur du soufre ou de la cire d'Espagne.

2289. Tous les corps ne sont pas susceptibles d'être également attirés & repoussés par un corps actuellement électrisé. En général, ceux dont le tissu est plus serré, ceux qui sont les plus denses,

paroissent plus vivement attirés ou repoussés & de plus loin, que ceux qui ont moins de densité, & dont le tissu est plus lâche & plus poreux. C'est pourquoi le même ruban, s'il est seulement mouillé, ciré ou gommé, devient, par cela même, plus propre à être attiré ou repoussé, que s'il n'eût pas été ainsi préparé.

2290. Un corps électrisé, s'il est libre de se mouvoir, est attiré par un corps an-électrique non électrisé. Ainsi une petite feuille de métal, électrisée & suspendue par un fil de soie, est attirée par la main d'un homme, par un bâton de bois vert, par une verge de métal qu'on lui présente.

2291. L'électrisation accélere l'évaporation des liqueurs, ainsi que la transpiration des animaux.

Expérience. Si l'on place, sur un conducteur qu'on électrise actuellement, un corps humide, comme, par exemple, une éponge, il séchera plus promptement qu'il ne feroit, si on le laissoit dans le même lieu, sans être exposé à l'action de l'électricité. Si l'on fait communiquer à un pareil conducteur un animal isolé, il perdra, par la transpiration insensible, plus qu'il ne feroit dans un temps égal & dans le même lieu, si la vertu électrique n'agissoit pas sur lui.

2292. Cette accélération d'évaporation & de transſpiration a lieu auſſi dans les corps qui, ſans communiquer au corps actuellement électriſé, ſont ſeulement placés dans ſon voiſinage, & ſans être iſolés. Mais cet effet eſt moindre que dans le cas précédent; parce que, dans ce dernier cas, l'évaporation & la tranſpiration ne ſont accélérées que dans le côté qui eſt tourné vers le corps électriſé.

2293. Les corps électriſés adherent les uns aux autres (2535); de façon qu'on ne peut les ſéparer ſans un effort, qui quelquefois doit être très-grand. Tous les Phyſiciens électriſans ont dû s'appercevoir, dans bien des occaſions, qu'un duvet de plume, un fil de ſoie ou de coton, un petit fragment de feuille mince de métal, par exemple, d'or ou de cuivre battu, ou autre corps ſemblable, s'attache quelquefois au tube de verre ou au conducteur électriſé, avec tant de force, qu'on a peine à l'en ſéparer par le ſouffle le plus violent. Il arrive ſouvent que des fragmens de feuilles de métal pareilles à celles dont nous venons de parler, s'attachent à de la cire d'Eſpagne ou à du ſoufre électriſé, comme ſi on les y eût collés exprès. C'eſt-là ce qu'on appelle *adhérence* ou *cohéſion électrique*.

2294. Il y a fort long-temps qu'on a remarqué, pour la premiere fois, la cohéſion élec-

trique : mais perſonne n'a mieux fait voir combien grande pouvoit être cette cohéſion, que ne l'a fait M. *Robert Symmer*, Membre de la Société Royale de Londres, dans un Mémoire qu'il a lu à la Société Royale, le 21 Juin 1759. On trouvera ce Mémoire dans le troiſieme volume des *Lettres ſur l'Electricité*, publiées par l'Abbé *Nollet*, page 57 *& ſuiv.* En parlant de la vertu électrique qu'acquirent deux bas de ſoie, par exemple, un noir & un blanc, qu'on a tenu pendant quelque temps ſur la jambe, qu'on a enſuite frottés avec la main, & tirés tous deux à la fois, il fait voir, par des expériences très-bien faites, que ces deux bas adherent l'un à l'autre, avec une force telle qu'on ne peut les ſéparer ſans un effort aſſez conſidérable. Voici les réſultats de quelques-unes de ſes expériences.

2295. Il a pris deux bas de ſoie, un blanc & un noir, qu'il a électriſé comme nous venons de le dire (2294) : le blanc peſoit 18 deniers 10 grains, & le noir peſoit 1 once 1 denier. Il faut remarquer qu'il s'agit ici de la livre de Troy, qui n'eſt que de 12 onces ; l'once contenant 24 deniers ; & le denier, 20 grains : de ſorte que la livre de Troy eſt à la livre poids de marc, comme 5760 eſt à 9216, ou, ce qui eſt la même choſe, comme 5 eſt à 8. Le poids du bas blanc équivaloit donc à 5 gros 10 grains, poids de

marc : & le poids du bas noir équivaloit à 6 gros 68 grains. Le bas blanc étant inféré dans le noir, a porté 1 livre 5 onces 1 denier, ou 14 onces 1 gros 44 grains, poids de marc, y compris son propre poids & celui du baſſin de balance qui y étoit accroché. De ſorte que la cohéſion du bas blanc au bas noir équivaloit à un peu plus de 22 fois le poids du bas blanc.

2296. Ayant fait la même expérience dans un temps plus favorable, avec des bas ſemblables, & ayant retourné à l'envers le bas blanc ; ce dernier inſéré dans le noir, de façon qu'ils s'entre-touchoient par leurs envers, qui étoient velus juſqu'à un certain point ; ce dernier, dis-je, a porté juſqu'à 3 livres 3 onces, c'eſt-à-dire, 2 livres 0 once 4 gros, poids de marc. De ſorte que la cohéſion du bas blanc au bas noir équivaloit alors à plus de 50 fois le poids du bas blanc.

2297. M. *Symmer* a répété les mêmes expériences avec des bas plus forts. Le bas blanc peſoit 1 once 16 deniers 8 grains ; ce qui équivaut à 1 once 3 gros 16 grains, poids de marc : & le bas noir peſoit 2 onces 4 deniers 2 grains, c'eſt-à-dire, 1 once 6 gros 34 grains, poids de marc. Le bas blanc inſéré dans le noir, mais ſans avoir été retourné, de façon que la ſurface extérieure du blanc touchoit la ſurface intérieure du noir, a porté près de 9 livres ; ce qui équivaut à 5

livres 10 onces, poids de marc. De ſorte que la cohéſion du bas blanc au bas noir équivaloit alors à environ 64 fois le poids du bas blanc.

2298. Il a enſuite répété la même expérience avec les mêmes bas, mais en retournant le bas blanc à l'envers, & l'inſérant dans le noir, de façon que les deux envers étoient appliqués l'un ſur l'autre. Dans ce dernier cas, le bas blanc a ſoutenu juſqu'à 15 livres 1 denier 10 grains, avant d'être ſéparé du noir; ce qui équivaut à 9 livres 6 onces 0 gros 30 grains, poids de marc. De ſorte que la cohéſion du bas blanc au bas noir équivaloit alors à près de 107 fois le poids du bas blanc. Eût-on jamais cru que la cohéſion électrique pût être auſſi grande?

2299. J'ai répété ces expériences, & j'en ai trouvé les réſultats conformes à ce qu'annonce M. *Symmer*. Lorſqu'on fait ſortir le bas blanc du bas noir, & qu'on en tient un de chaque main ſuſpendu en l'air, ils ſe gonflent, comme ſi la jambe étoit encore dedans : ſi on les approche l'un de l'autre de 10 ou 12 pouces, ils ſe portent précipitamment l'un ſur l'autre, & adherent fortement enſemble; mais cette adhérence n'eſt pas, à beaucoup près, auſſi grande, que lorſque les bas ſont l'un dans l'autre. M. *Symmer* a prétendu que le ſuccès de cette expérience dépendoit du contraſte du noir & du blanc, comme *cou-*

*leur* : mais cette prétention étoit très-mal fondée ; car j'ai fait la même expérience, en ſubſtituant au bas noir, un bas more-doré, ou même un bas blanc engallé : elle m'a réuſſi avec un bas de ſoie noire & un bas de laine griſe ou un bas de peau jaune : j'ai même obtenu quelque ſuccès avec deux bas de ſoie blanche & ſans aucune préparation : mais il faut avouer que, dans ce cas-là, les effets étoient très-foibles. Le moyen de réuſſir plus ſûrement, & d'obtenir les plus grands effets, eſt de faire uſage de deux bas de ſoie, l'un noir & l'autre blanc, & tout neufs, ainſi que l'a fait M. *Symmer*.

2300. Lorſqu'un conducteur (2263) eſt terminé par une pointe fine, il ne donne que de très-foibles ſignes d'électricité : il acquiert & conſerve plus difficilement la vertu électrique, que s'il étoit arrondi ou coupé quarrément par l'extrémité. Pareillement, ſi à un conducteur fortement électriſé on préſente, même d'aſſez loin, une pointe très-fine d'une ſubſtance an-électrique, auſſi-tôt les ſignes d'électricité, que donne ce conducteur, ſont conſidérablement diminués, quoiqu'ils ne ſoient pas totalement éteints : & cette diminution eſt d'autant plus conſidérable, & a lieu d'une diſtance d'autant plus grande, que la pointe eſt plus déliée. Si l'on retire la pointe, ſur le champ les ſignes d'électricité reparoiſſent :

ſi on la préſente de nouveau, ils diſparoiſſent dans l'inſtant. C'eſt-là ce que l'on appelle le *pouvoir des pointes*. C'eſt M. *Francklin* qui a le premier remarqué ce pouvoir des pointes, qui eſt très-réel : nous verrons ci-après (2412) comment il en rend raiſon. Ces pointes, paroiſſant avoir la propriété de ſoutirer, en quelque façon, l'électricité d'un conducteur, ont fait imaginer à M. *Francklin* de ſoutirer, par le même moyen, l'électricité d'un nuage orageux. Voilà l'origine des *Paratonnerres* (2576).

2301. Les aigrettes enflammées *a b* (*fig.* 338.) qu'on apperçoit aux extrémités & aux angles des corps électriſés, ſont toujours compoſées de rayons divergens entre eux, quand elles paſſent dans l'air : mais ſi on les fait arriver dans un eſpace vidé d'air, elles prennent alors une autre forme. Suppoſons que dans un vaſe de verre L, à deux goulots, on ait introduit une tringle *t* de métal, bien cimentée à la garniture du goulot *g*; qu'à l'autre goulot *i* on adapte un robinet *r*, au moyen duquel on puiſſe appliquer ce vaſe à la machine pneumatique & le vider d'air; qu'enſuite on faſſe communiquer cette tringle *t* avec le globe F : ſi-tôt qu'elle s'électriſe, on voit à l'extrémité de la tringle *t*, qui aboutit dans le vaſe L, un gros jet de lumiere *f* à peu près cylindrique ou en forme de fuſeau. Les rayons ne divergent plus, *Fig.* 338.

parce qu'ils ne rencontrent pas d'air; ce qui prouve que c'eſt la réſiſtance de l'air qui occaſionne cette divergence.

2302. Quand on approche aſſez près d'un corps électriſé un corps an-électrique, tel que le doigt d'un homme ou une verge de métal, il éclate entre l'un & l'autre une vive étincelle; mais cette étincelle n'a jamais lieu, ſi le corps approché du corps électriſé eſt idio-électrique, ſi c'eſt, par exemple, du verre, ou du ſoufre, ou quelque réſine.

2303. Ces étincelles ſe multiplient par une ſuite de conducteurs non contigus; c'eſt-à-dire, qu'il éclate une étincelle dans chaque endroit
Fig. 328. *h*, *i*, *k*, *l*, (*fig.* 328.) où les conducteurs ne ſe touchent pas, pourvu qu'ils ſoient aſſez proches les uns des autres : & le degré de proximité eſt relatif au degré d'énergie de l'électricité actuelle. L'intervalle qui ſépare les conducteurs doit être d'autant plus petit, que l'énergie de l'électricité du principal conducteur A B eſt moindre.

2304. L'étincelle qui éclate entre deux corps, eſt capable d'enflammer des matieres combuſtibles. Suppoſons qu'un homme iſolé & commu-
Fig. 327. niquant au conducteur A B (*fig.* 327.) tienne à ſa main M une cuiller pleine d'eſprit-de-vin : ſi un autre homme non iſolé y préſente le doigt N, il éclatera, entre le doigt & la cuiller, une étincelle

celle qui enflammera l'esprit-de-vin. La même chose arriveroit, si l'homme non isolé N tenoit la cuiller, & que l'homme isolé M y présentât le doigt, ou un morceau de métal. Il est nécessaire, pour cela, que la cuiller & le corps présenté soient de substances an-électriques; car si, par exemple, la cuiller étoit de verre, ou que le corps présenté fût un bâton de cire d'Espagne, il n'y auroit point d'étincelle (2302); par conséquent point d'inflammation.

2305. Si l'on tient d'une main un vase de verre ou de porcelaine, comme, par exemple, une bouteille de verre mince F, en partie pleine d'eau, dans laquelle soit plongé le bout d'une verge de métal D électrisée; & qu'on approche l'autre main de cette verge ou du conducteur A B auquel elle communique, & par lequel elle s'électrise, pour en tirer une étincelle E, on éprouve une violente & subite commotion. Cette expérience n'a été connue en France qu'au commencement de l'année 1746, par deux lettres datées de Leyde, l'une de M. *Musschenbroëck* à M. *Reaumur*, & l'autre de M. *Allaman* à M. l'Abbé *Nollet*. Comme ces Messieurs ne marquerent point expressément par qui cette expérience avoit été faite pour la premiere fois, M. l'Abbé *Nollet*, qui fut le premier qui la répéta en France, la nomma l'*Expérience*

*de Leyde*, nom qu'elle a toujours porté depuis; quoiqu'on ait appris, dans la ſuite, que ce fut M. *Cuneus* qui la fit pour la premiere fois.

2306. En général cette expérience réuſſira toutes les fois qu'on électriſera fortement par communication un corps idio-électrique, qui touche d'une part au conducteur iſolé par lequel il s'électriſe, & de l'autre à une perſonne, iſolée ou non, qui tire une étincelle du premier. Pour électriſer fortement par communication ce corps idio-électrique, il ſuffit qu'une portion de chacune de ſes ſurfaces ne ſoit pas en contact immédiat avec l'air. Voilà pourquoi on met, dans la bouteille F, de l'eau ou de la limaille de fer, de cuivre, &c. ou quelque autre corps an-électrique; & pourquoi on prend à la main la ſurface extérieure, ou bien on la garnit d'une feuille d'étain. Dans cette expérience, il y a toujours une des ſurfaces du corps électriſé, qui eſt plus chargée que l'autre de fluide électrique.

Voilà les principaux phénomenes électriques: examinons maintenant les tentatives qu'on a faites, & les théories qu'on a imaginées, pour en rendre raiſon.

*Théorie de l'Electricité de M. Dufay* (1).

2307. M. *Dufay* a posé d'abord ces deux principes généraux :

1°. *Que tout corps électrisé, soit par frottement, soit par communication, est entouré d'un tourbillon qui s'étend plus ou moins loin, & au moyen duquel on peut expliquer, non seulement les attractions & répulsions, mais même tous les phénomenes électriques.*

2308. 2°. *Qu'il y a deux sortes d'électricités réellement distinctes l'une de l'autre*; savoir, l'une appartenant au verre, au cristal, aux pierres précieuses, &c. & qu'il appeloit *électricité vitrée*; & l'autre appartenant à l'ambre, au jayet, à la gomme-copal, & autres résines, & qu'il appeloit *électricité résineuse.*

2309. De peur d'altérer en rien ses explications, voyons ce qu'il dit lui-même (*Mém. de l'Acad. des Scienc. année* 1733, *page* 458 & *suiv.*) On frotte bien le tube pour le rendre électrique, & le tenant dans une situation hori-

(1) Cette théorie est extraite des *Mémoires* que M. *Dufay* a publiés parmi ceux de l'*Académie Royale des Sciences*, *année 1733*, *page 458* & *suiv.* & *année 1734*, *page 523* & *suiv.*

zontale, on laiſſe tomber au deſſus une parcelle de feuille d'or : cette feuille préſente ordinairement la tranche, ſi le tube eſt bien électrique, parce que de cette maniere elle fend l'air avec plus de facilité ; & ſi-tôt qu'elle a touché le tube, elle eſt repouſſée en-haut perpendiculairement, à la diſtance de huit ou dix pouces : elle demeure preſque immobile en cet endroit ; &, ſi on en approche le tube, en l'élevant, elle s'éleve auſſi, en ſorte qu'elle s'en tient toujours dans le même éloignement, & qu'il eſt impoſſible de l'y faire toucher. On peut la conduire où l'on veut de la ſorte, parce qu'elle évitera toujours le tube......

2310. Il eſt à obſerver, dit M. *Dufay*, que, par la diſtance à laquelle la feuille ſe tient éloignée du tube, on peut juger de l'étendue du tourbillon électrique, & que, conduiſant la feuille au deſſus de toutes les parties du tube, ſoit en le tournant ſur ſon axe, ſoit en le mettant dans une ſituation verticale, on peut ſe former l'image des limites du tourbillon, ou plutôt celle de la couche du tourbillon, qui a aſſez de force pour réſiſter au poids de la feuille : car, ſi l'on en prend de très-petits fragmens, on voit qu'ils ſe ſoutiennent à une beaucoup plus grande diſtance. . . . .

2311. L'explication de ce fait eſt bien ſimple, dit encore M. *Dufay*, en ſuppoſant le principe

que je viens d'avancer ; car, lorſqu'on laiſſe tomber la feuille ſur le tube, il attire vivement cette feuille, qui n'eſt nullement électrique ; (*remarquez que* M. Dufay *dit bien que cette feuille eſt vivement attirée ; mais il ne dit ni pourquoi ni comment.*) mais dès qu'elle a touché le tube, ou qu'elle l'a ſeulement approché, elle eſt rendue électrique elle-même, & par conſéquent elle en eſt repouſſée, & s'en tient toujours éloignée, juſqu'à ce que le petit tourbillon électrique, qu'elle avoit contracté, (& qui tend à s'étendre en ſens contraire de celui du tube) ſoit diſſipé, ou du moins conſidérablement diminué ; n'étant plus repouſſée alors, elle retombe ſur le tube, où elle reprend un nouveau tourbillon, & par conſéquent de nouvelles forces pour l'éviter ; ce qui continuera tant que le tube conſervera ſa vertu.

2312. Quant aux deux genres d'électricité, réellement diſtincts l'un de l'autre, de l'exiſtence deſquels M. *Dufay* étoit intimement perſuadé, il les avoit, dit-il, déduit de l'expérience. Il avoit obſervé que la feuille de métal, repouſſée par le tube électriſé, étoit attirée par un morceau de gomme-copal, ou d'ambre, ou de cire d'Eſpagne électriſé ; tandis que cette même feuille étoit repouſſée par un autre tube, ou un morceau de criſtal nouvellement frotté. C'eſt en conſéquence de ces expériences qu'il dit (*Mém. de l'Acad.*

*Royale des Scienc. année* 1733, *page* 467.); voilà donc conſtamment deux électricités d'une nature toute différente; ſavoir, celle des corps tranſparens & ſolides, comme le verre, le criſtal, &c. & celle des corps bitumineux ou réſineux, comme l'ambre, la gomme-copal, la cire d'Eſpagne, &c. Les uns & les autres repouſſent les corps qui ont contracté une électricité de même nature que la leur; & ils attirent, au contraire, ceux dont l'électricité eſt d'une nature différente de la leur.

2313. Si M. *Dufay* avoit eu le temps de pouſſer plus loin ſes recherches, il ſe feroit ſûrement apperçu que les expériences, qui lui ont fait admettre ces deux ſortes d'électricité, manquent très-ſouvent, & que le corps repouſſé par le verre, eſt auſſi repouſſé par le corps réſineux; auquel cas les réſultats ſont tout-à-fait oppoſés à ceux qu'il a obſervés, & qui lui ont fait conclure l'exiſtence de ces deux ſortes d'électricité: en conſéquence il auroit ſans doute changé d'avis à leur égard.

Nous allons ajouter ici les propoſitions qu'il a cru devoir déduire de toutes les expériences qu'il a faites ſur cette matiere: les voici.

2314. 1°. Tous les corps qui ſont dans la Nature, ſont ſuſceptibles d'électricité, à l'excep-

tion des métaux & des matieres qui ne sont pas de consistance à pouvoir être frottées.

2315. 2°. Tous, sans exception, même les liquides, deviennent électriques par communication; la flamme seule ne le devient point, & n'est point attirée par les corps électriques.

2316. 3°. Les corps naturellement électriques sont les seuls qui le puissent devenir par communication, étant posés sur un appui ou base de métal, de bois, ou d'autre matiere qui n'est que peu ou point électrique : &, au contraire, ils le deviennent moins que tout autre, sur une base disposée à l'électricité.

2317. 4°. Les matieres naturellement électriques, interposées entre le tube & les feuilles d'or, ou autres corps légers, laissent passer les écoulemens électriques; au lieu que toutes les autres matieres les interceptent.

2318. 5°. Les corps électriques sont les moins propres de tous à transmettre au loin l'électricité; & les corps mouillés y sont les plus propres.

2319. 6°. Le plus grand vent ne détourne point les écoulemens électriques, que l'on fait communiquer au delà de 1250 pieds, au moyen d'une corde ou de quelque autre corps continu.

2320. 7°. Les corps de même nature s'imprégnent de l'électricité, ou l'interceptent à peu près en raison de leur volume.

2321. 8°. Il ſort des étincelles brûlantes d'un corps vivant rendu électrique, par la communication du tube; & cette lumiere ne cauſe aucune ſenſation de douleur, ſi elle ſort d'un corps inanimé.

2322. 9°. Il y a deux électricités différentes & diſtinctes l'une de l'autre; ſavoir, la vitrée & la réſineuſe, dont l'une attire les corps repouſſés par l'autre.

2323. 10°. Les corps électriques attirent toujours & indiſtinctement tous ceux qui ne le ſont point, & repouſſent au contraire tous ceux qui ſont doués de celle des deux électricités, qui eſt de même eſpece que la leur.

2324. 11°. L'air humide & chargé de vapeurs nuit à l'électricité, de quelque nature qu'elle ſoit, & diminue conſidérablement ſes effets.

2325. 12°. Les corps électriques, placés dans le vide, y exercent leur action; mais la matiere de l'électricité ſe porte plutôt dans le vide que dans le plein : en ſorte qu'un tube ou un globe vide d'air ne fait d'effet ſenſible que dans ſon intérieur.

2326. 13°. L'air condenſé dans l'intérieur du tube paroît nuire, autant que l'air raréfié, aux effets extérieurs de l'électricité.

2327. 14°. Tous les corps dont l'électricité eſt un peu conſidérable, ſoit qu'elle ſoit vitrée ou

résineuse, sont lumineux, avec quelques différences néanmoins dans la lumiere qui y est excitée par le frottement.

2328. 15°. La matiere de cette espece de lumiere n'est pas la même que celle de l'électricité, l'une de ces deux propriétés pouvant subsister indépendamment de l'autre.

2329. 16°. Enfin les corps résineux, quoique opaques, donnent un libre passage à la lumiere, lorsqu'elle émane de la matiere électrique, ou du moins qu'elle en est accompagnée. (Voyez *Mém. de l'Acad. Royale des Sci. année* 1734, *page* 523 *& suiv.*)

2330. Il est aisé de voir que cette théorie a été faite dans l'enfance de l'électricité; dans un temps où l'on n'avoit encore que peu de connoissance en cette Science. Au moins la moitié de ces propositions sont fausses ou insignifiantes. Si M. *Dufay* eût vécu plus long temps, il est probable qu'il n'auroit pas manqué de s'en appercevoir: & même, dès l'année 1737, il rectifia ce qu'il avoit énoncé dans sa huitieme proposition (2321), & observa que les étincelles, même celles qui sortent des corps inanimés, sont capables de causer aux corps animés une sensation de douleur. On voit, par la quatorzieme proposition (2327), qu'il avoit très-bien observé qu'il y a une différence entre les feux électriques, dont les uns sont

excités par le verre, & les autres par les corps résineux (2281) : ce qui a donné lieu, dans la suite, à la distinction de l'électricité, *en plus & en moins, en positive & négative* (2282).

*Théorie de l'Electricité de M. l'Abbé Nollet* (1).

2331. Toute la théorie de M. l'Abbé *Nollet* est fondée sur les trois principes suivans, qu'il a déduits de l'expérience.

1°. *Un corps électrisé par frottement ou par communication, lance de toutes parts des rayons de matiere électrique, qui s'étendent dans l'air ou dans les autres corps d'alentour.*

2332. 2°. *Tant que durent ces émanations, une pareille matiere vient de toutes parts au corps électrisé, en forme de rayons convergens.*

2333. 3°. *Ces deux courans de matiere électrique, qui vont en sens contraires, exercent leurs mouvemens en même temps; & l'un des deux est ordinairement plus fort que l'autre.*

2334. Ce sont ces deux courans opposés que M. l'Abbé *Nollet* a nommés *effluences & affluences simultanées*. Il les représente, en supposant

(1) Cette théorie est extraite des différens Ouvrages que M. l'Abbé *Nollet* a publiés sur l'Electricité.

(*fig.* 340.) une portion annulaire d'un tube, ou l'équateur d'un globe, tout hérissé d'aigrettes *a*, *a*, *a*, &c. entre lesquelles se glisse une matiere *b*, *b*, *b*, &c. semblable à celle qui les forme, mais qui se meut en sens contraire. Les aigrettes *a*, *a*, &c. qui partent du globe électrisé, sont la matiere *effluente* : & la matiere semblable *b*, *b*, &c. qui se rend au globe, est la matiere *affluente*. Et comme ces deux courans ont lieu tout à la fois, cela forme ce qu'il appelle *effluences* & *affluences simultanées*. Fig. 340.

2335. Pour bien faire connoître l'opinion de M. l'Abbé *Nollet* sur la vertu électrique, il est nécessaire de rapporter ici toutes les propositions, qu'il regarde comme évidemment prouvées par l'expérience, & au moyen desquelles il prétend rendre raison de tous les phénomenes électriques. Elles sont au nombre de trente-quatre.

2336. 1°. L'électricité est l'effet d'une matiere fluide qui se meut autour & au dedans du corps électrisé.

2337. 2°. Ce fluide n'est ni la matiere propre du corps électrisé, ni l'air grossier que nous respirons.

2338. 3°. Il est très-probable que la matiere électrique est la même que celle du feu élémentaire & de la lumiere, unie à quelque autre substance qui lui donne de l'odeur.

2339. 4°. Cette matiere eſt préſente par-tout, dans l'intérieur des corps, comme dans l'air qui les environne.

2340. 5°. De tous les corps qui ont aſſez de conſiſtance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amolliſſent point trop par le frottement, il en eſt peu qui ne s'électriſent quand on les frotte.

2341. 6°. Tous les corps qu'on peut électriſer en frottant, ne ſont pas capables d'acquérir un égal degré d'électricité par cette opération.

2342. 7°. Les matieres les plus électriques, après avoir été frottées, ſont celles qui ont été vitrifiées; & enſuite le ſoufre, les gommes, certains bitumes, les réſines, &c.

2343. 8°. Les corps vivans, les métaux parfaits ou imparfaits ne deviennent point électriques par frottement.

2344. 9°. Il paroît qu'il y a fort peu de matieres, en quelque état qu'elles ſoient, qui ne reçoivent l'électricité d'un autre corps actuellement électrique.

2345. 10°. Il y a des eſpeces auxquelles on communique l'électricité bien plus aiſément & bien plus fortement qu'à d'autres : tels ſont les corps vivans, les métaux, & aſſez généralement toutes les matieres qu'on ne peut électriſer par

frottement, ou qui ne le deviennent que peu & difficilement par cette voie.

2346. 11°. Et au contraire les corps qui s'électrisent le mieux par frottement, le verre, le soufre, les gommes, les résines, la soie, &c. ne reçoivent que peu ou point d'électricité par communication.

2347. 12°. Les effets paroissent être les mêmes au fond, soit que l'électricité naisse par frottement, soit qu'elle s'acquiere par communication.

2348. 13°. La voie de communication est un moyen plus efficace que le frottement, pour forcer les effets de l'électricité.

2349. 14°. La matiere électrique excitée, ou mise en action, se meut, autant qu'elle peut, en lignes droites, & son mouvement, pour l'ordinaire, est un mouvement progressif qui transporte ses parties.

2350. 15°. La matiere électrique est assez subtile pour pénétrer au travers des corps les plus durs & les plus compactes.

2351. 16°. Mais elle ne les pénetre pas tous avec la même facilité. Les métaux, les corps vivans, les corps humides & l'eau sont ceux dans lesquels elle passe le plus facilement. Le verre, le soufre, la cire d'Espagne, les résines, la soie, sont ceux dans lesquels elle a le plus de peine à

pénétrer, à moins que ces corps ne ſoient frottés ou chauffés.

2352. 17°. L'air de notre athmoſphere n'eſt pas autant perméable, pour la matiere électrique, que les métaux, les corps vivans, l'eau, &c.

2353. 18°. Quand la matiere électrique ſort d'un corps avec impétuoſité, & qu'elle débouche dans l'air, ſoit qu'elle ſoit viſible ou non, elle ſe diviſe en pluſieurs jets divergens, qui forment une eſpece de gerbe ou d'aigrette.

2354. 19°. Cette matiere inviſible, qui agit beaucoup au delà des aigrettes lumineuſes, n'eſt autre choſe qu'une prolongation de ces rayons enflammés; & toute matiere électrique, dont le mouvement n'eſt point accompagné de lumiere, ne differe de celle qui éclaire ou qui brûle, que par un moindre dégré d'activité.

2355. 20°. Un corps électriſé par frottement ou par communication, lance de toutes parts des rayons de matiere électrique, qui s'étendent dans l'air ou dans les autres corps d'alentour (2331).

2356. 21°. Tant que durent ces émanations, une pareille matiere vient de toutes parts au corps électriſé, en forme de rayons convergens (2332).

2357. 22°. Ces deux courans de matiere électrique, qui vont en ſens contraires, exercent

leurs mouvemens en même temps; & l'un des deux eſt ordinairement plus fort que l'autre (2333).

2358. 23°. La matiere électrique ne circule point autour du corps électriſé; & l'athmoſphere qu'elle forme, n'eſt point un tourbillon proprement dit.

2359. 24°. Les pores par leſquels la matiere électrique ſort du corps électriſé, ne paroiſſent pas être en auſſi grand nombre que ceux par leſquels elle y rentre.

2360. 25°. La matiere qui vient au corps électriſé, ne lui eſt pas fournie par l'air ſeulement, mais auſſi par tous les autres corps du voiſinage, qui ſont ſuſceptibles de s'électriſer par communication.

2361. 26°. La matiere qui ſort du conducteur iſolé, par les différentes parties de ſa ſurface, qui n'aboutiſſent point au globe, vient en bonne partie de ce globe & du corps qui le frotte.

2362. 27°. La matiere électrique qui vient de toutes parts au conducteur iſolé, ſe rend, en grande partie, au globe & au corps qui le frotte, d'où elle paſſe dans l'air environnant ou dans les autres corps contigus.

2363. 28°. Un corps actuellement électrique

attire & repouſſe toutes ſortes de matieres indiſtinctement, pourvu qu'elles ne ſoient pas retenues invinciblement par trop de poids, ou par quelque autre obſtacle.

2364. 29°. Il y a certaines matieres ſur leſquelles l'électricité a plus de priſe que ſur d'autres.

2365. 30°. Cette diſpoſition plus ou moins grande, à être attiré ou repouſſé par un corps électrique, dépend moins de la nature des matieres, de leur couleur, &c. que d'un aſſemblage plus ou moins ſerré de leurs parties.

2366. 31°. L'électricité n'eſt point un état permanent; elle s'affoiblit, & elle ceſſe d'elle-même après un certain temps, ſuivant le degré de force qu'on lui fait prendre, & la nature des matieres dans leſquelles on la fait naître.

2367. 32°. Les corps électriſables par communication, perdent aiſément leur vertu par l'attouchement d'un autre corps de même nature non iſolé.

2368. 33°. Le verre électriſé par frottement, ou même par communication, ne ſe déſélectriſe pas de même, & peut garder ſon électricité bien plus long-temps que les conducteurs ordinaires.

2369. 34°. Il eſt de toute évidence que les attractions, répulſions & autres phénomenes

électriques ſont les effets d'un fluide ſubtil, qui ſe meut autour du corps que l'on a électriſé, & qui étend ſon action à une diſtance plus ou moins grande, ſelon le degré de force qu'on lui a fait prendre.

2370. Cette théorie de M. l'Abbé *Nollet* me paroît aſſez bien déduite des faits, quoiqu'elle ne ſatisfaſſe pas à tout : le très-grand nombre des propoſitions qu'il avance, m'ont paru évidemment prouvées par les expériences qu'il cite, & par celles que j'ai faites moi-même ; & l'on en peut tirer un grand parti. En effet, on peut, par leur moyen (comme nous le verrons ci-après), expliquer d'une maniere très-plauſible, la plupart des phénomenes électriques.

2371. Celui de tous, par exemple, qui eſt le plus anciennement connu, &, en même temps, le plus conſtant, & qui en eſt un des plus importans, ſavoir, celui des attractions & répulſions ſimultanées, opérées, non ſeulement par le même corps électriſé, mais même par une ſeule & même ſurface de ce corps, peut être expliqué d'une maniere très-ſatisfaiſante par cette théorie. Si l'on demande donc pourquoi un corps actuellement électriſé, ſoit par fróttement, ſoit par communication, attire & repouſſe, par une même ſurface & en même temps, les corps légers qu'on lui préſente, & qui ſont libres d'obéir à ſon

action; de ſorte que les uns ſont attirés dans le même inſtant pendant lequel les autres ſont repouſſés : voici la raiſon qu'en donne M. l'Abbé *Nollet. Un corps actuellement électriſé lance de toutes parts une matiere fluide* (2355), *qui ſort en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent entre eux* (2353), *& qui ſe porte progreſſivement aux environs, juſqu'à une certaine diſtance* (2349). *Cette matiere*, qu'on nomme *effluente* (2334), *eſt en même temps remplacée par une matiere ſemblable qui vient de toutes parts au corps électriſé* (2356), & qu'on a nommée *matiere affluente* (2334). Ces deux matieres, *effluente* & *affluente*, ayant *un mouvement progreſſif & ſimultanée* (2357), doivent emporter avec elles tout ce qu'elles rencontrent d'aſſez libre pour obéir à leur impulſion. Mais, comme *ces deux courans de matiere ſe meuvent en ſens contraires* (2357), de tous les corps légers qui ſe trouvent dans la ſphere d'activité du corps électriſé, les uns ſont emportés vers ce corps électriſé par le courant de *matiere affluente*, & ainſi paroiſſent attirés; & les autres en ſont repouſſés par le courant de *matiere effluente*, ſuivant qu'ils donnent plus ou moins de priſe à l'un ou à l'autre de ces deux courans. Il paroît impoſſible de rendre raiſon de pareilles attractions & répulſions ſimultanées, ſi

l'on n'admet pas dans le même temps ces deux courans de matiere électrique : & une théorie au moyen de laquelle on ne pourra pas expliquer ce phénomene, peut, à coup sûr, être regardée comme insuffisante.

### *Théorie de l'Electricité de M. Jallabert* (1).

2372. Je suppose d'abord, dit M. *Jallabert*, *un fluide très-délié, très-élastique, remplissant l'univers & les pores des corps, même les plus denses, tendant toujours à l'équilibre, ou à remplacer les vides occasionnés*. Je suppose encore que *la densité de ce fluide n'est pas la même dans tous les corps ; qu'il est plus rare dans les corps denses, & plus dense dans les corps rares* ; en sorte que les interstices que laissent entre elles les particules de l'air, renferment un fluide plus dense que ne font, par exemple, les pores du bois ou du métal.

2373. Ces principes admis, on conçoit aisément que si l'on frotte un tube ou un globe de verre, non seulement les particules électriques qui occupent les pores de la surface, seront ébran-

(1) Cette théorie est extraite de l'Ouvrage de M. *Jallabert*, intitulé : *Expérience sur l'Electricité, avec quelques conjectures sur la cause de ses effets*, publié à Geneve en 1748.

lées, mais encore que les fibres du corps frotté acquerront, en vertu de leur élasticité, un mouvement de vibration pareil à peu près à celui d'une corde pincée, dont les plus petites fibres, indépendamment de la vibration totale de la corde, font chacune des vibrations particulieres, & sont comme autant de points sonores qui répandent le son de toutes parts.

2374. Les fibres élastiques du verre ne sçauroient être ainsi agitées, qu'en même temps la matiere de l'électricité ne soit chassée & lancée avec une certaine force hors du globe, & que le fluide électrique, répandu dans l'air, ne soit poussé & comprimé; & comme ce fluide apporte de la résistance à sa condensation, la matiere électrique, en s'éloignant par ondulation du globe, devient plus dense & plus élastique jusqu'à un certain point, & il se forme autour du corps frotté une athmosphere plus ou moins étendue, dont les couches les plus denses sont vers la circonférence, & diminuent en densité jusqu'au corps électrisé. Un corps léger qui se trouveroit au dedans de la couche la plus élastique, seroit donc poussé de celle-là à la couche voisine, qui est plus foible; & ainsi, de couche en couche, jusqu'au globe.

2375. Mais la force avec laquelle la matiere électrique est chassée hors du corps frotté, étant

bientôt consumée par la résistance du fluide des environs, ce fluide, condensé au delà de son état naturel, doit, en se rétablissant, pousser à son tour la matiere électrique sortie du globe, & l'obliger à rebrousser vers lui. Cette matiere, en retournant vers le globe, ne s'y met pas d'abord en équilibre; plus elle en approche, plus elle s'y condense tout autour, & le corps léger est repoussé d'une couche plus élastique dans une autre qui l'est moins, jusqu'à l'extérieure ou la moins dense. Ainsi le fluide électrique est, autour du corps électrisé, dans de perpétuelles oscillations de dilatation & de contraction, par l'action du fluide qui s'échappe de ce corps, & la réaction du fluide dont l'air abonde. C'est cette action du fluide que la force du frottement exprime des pores du globe, & cette réaction du fluide répandu dans l'air, qui produisent l'attraction & la répulsion. (*Il faut remarquer ici que cette* action *& cette* réaction *expliquent tout au plus les* attractions & répulsions alternatives d'*un corps léger*; *mais elles n'expliquent point du tout les* attractions & répulsions simultanées *opérées par un même côté de la surface d'un corps électrisé* (2286, 2558).)

2376. Quoique le fluide électrique réside en plus ou moins grande quantité dans tous les corps, il ne peut cependant produire un effet sensible s'il

n'eſt ébranlé & mis en mouvement par quelque cauſe extérieure : la chaleur & le frottement le mettent en action d'une maniere particuliere.

2377. Mais cette même chaleur, qui augmente le reſſort des fibres de certains corps, & qui agite vivement le fluide électrique qui réſide dans leurs pores & ſur leur ſurface, produit ſur d'autres corps des effets tout-à-fait oppoſés, quand on les frotte ou qu'on les échauffe. Cette chaleur, en les dilatant & en les ramolliſſant, change leur contexture naturelle ; elle affoiblit l'élaſticité de leurs fibres, & par conſéquent éteint en eux cette facilité qui ſert à développer l'électricité. (*Je doute qu'on trouve ce raiſonnement bien ſatisfaiſant*).

2378. C'eſt donc par le différent tiſſu des corps, & par les divers degrés de denſité du fluide électrique qui réſide dans leurs pores, qu'il faut expliquer pourquoi une médiocre chaleur, ou une légere friction, rendent certains corps électriques. Pourquoi d'autres ne le deviennent qu'après avoir été chauffés & frottés avec force. Et pourquoi d'autres, quelque vivement que vous les chauffiez & frottiez, n'acquierent qu'une foible électricité, ou n'en contractent aucune.

2379. Les fluides & les corps mous, qui, ayant cédé à une légere impreſſion, ne ſe rétabliſſent point enſuite, & qui, par conſéquent,

sont incapables d'un mouvement oscillatoire, ne sçauroient, par cela même, être rendus électriques.

2380. Si les métaux, les plus denses des corps, ne peuvent être rendus électriques par le frottement ou par la chaleur, c'est que le fluide qui y réside étant fort rare, le frottement ne peut exprimer de leurs pores une quantité suffisante de ce fluide pour former, autour d'eux, une athmosphere sensible. (*Comment cette quantité du fluide peut-elle donc devenir* suffisante *pour former cette* athmosphere, *lorsque les métaux sont électrisés par communication ?*) Le tissu de leurs fibres, trop engrenées les unes dans les autres, & trop serrées pour être ébranlées par le frottement, peut aussi être un obstacle à leur électricité. (*Est-ce que, quand on électrise les métaux par communication, leurs fibres se désengrenent & deviennent moins serrées ?*)

2381. Les corps résineux, sulfureux, doués d'une vertu électrique supérieure à celle d'autres corps moins denses & plus élastiques qu'eux, doivent être exceptés de la regle que nous avons établie. Je penche, dit M. *Jallabert*, à attribuer la grande vertu de ces corps inflammables à la matiere du feu dont ils abondent. (*Il n'est point du tout prouvé que ces corps inflammables contiennent une abondance de matiere du feu ou*

*de calorique ; il eſt même probable qu'ils n'en contiennent que très-peu, ou même point du tout* (1131).)

2382. Il en eſt des vibrations des fibres d'un corps électriſé, & de celles du fluide qui réſide dans les pores de ce corps, ou qui l'environne, comme des oſcillations d'un pendule ; elles durent plus ou moins long-temps après que la force qui les a occaſionnées a ceſſé d'agir, & elles ne s'arrêtent que lorſque leur mouvement a été conſumé & détruit par la réſiſtance du fluide des environs. C'eſt pourquoi les matieres les plus élaſtiques, telles que le verre & la porcelaine, conſervent, après le frottement, leur vertu plus long-temps que d'autres corps plus abondans qu'eux en fluide électrique.

2383. La difficulté, ou plutôt l'impoſſibilité d'électriſer, par le frottement, les corps mouillés ou frottés avec une main humide, ne doit pas ſurprendre. Perſonne n'ignore que l'humidité affoiblit le reſſort des corps ; & il eſt d'ailleurs ſenſible que les particules d'eau, en s'inſinuant dans les pores d'un corps frotté, nuiſent aux vibrations de ſes fibres, & font ainſi obſtacle au mouvement du fluide renfermé dans ſes pores. (*Ce raiſonnement pourroit être admis ſi les corps humides ne s'électriſoient point du tout ; mais ces corps s'électriſent très-bien par communication*

(2141). *L'humidité ne fait donc point alors d'obstacle au mouvement du fluide renfermé dans leurs pores. Si elle n'en fait point dans ce dernier cas, pourquoi en fait-elle lorsqu'on les frotte?*)

2384. Si un corps léger, attiré & ensuite repoussé par un corps électrique, ne s'en approche de nouveau qu'après un certain temps, ou qu'après avoir touché quelque corps non électrique, c'est que ce petit corps est lui-même devenu électrique par communication, & a acquis autour de soi une athmosphere électrique. Cette athmosphere est composée non seulement du fluide de ses pores, ébranlé & poussé au dehors par la matiere émanée du corps électrisé, (*il seroit bon de dire comment & par quelle raison la matiere qui émane du corps électrisé, & qui va frapper le corps léger, fait sortir de ses pores le fluide électrique.*) mais encore de cette même matiere sortie du corps frotté, & qui, par sa tendance à être par-tout en équilibre, se sera d'abord insinuée dans les pores du corpuscule, sur-tout si sa densité étoit considérable : & comme l'athmosphere du corps frotté, & celle du corps léger, tendent toutes deux à s'étendre en sens contraires, & qu'elles réagissent mutuellement, il est sensible que le corps léger doit être repoussé, & se tenir éloigné du corps frotté, jusqu'à ce que l'atmosphere qu'il a acquise, se soit

d'elle-même diſſipée, ou que le corps léger ait perdu ſon électricité par l'attouchement d'un corps non électrique.

2385. Les corps qui, après s'être approchés d'un corps électriſé, en ont été repouſſés & en demeurent éloignés, ſe portent, au contraire, avec impétuoſité vers les corps non électriques. Ce phénomene, par lequel il paroît que les corps rendus électriques ont acquis, non ſeulement la propriété d'attirer, mais auſſi celle d'être eux-mêmes attirés par les corps non électriques, m'a toujours paru embarraſſant. (*Il ne l'eſt point quand on a aſſez bien obſervé pour en découvrir la cauſe* (2557).) Car ſi les corps électriſés ſont en équilibre au centre de leur athmoſphere, comment ſe porteront-ils vers les corps non électriques? ...... Ce que je trouve de plus probable, c'eſt qu'un corps léger électriſé s'approche des corps non électriques, parce que ſa petite athmoſphere, conſervée par la réſiſtance de l'air qui l'environnoit, s'épuiſe d'abord à l'approche des corps non électriques qu'elle pénetre librement (*ceci paroît bien obſervé.*), & vers leſquels elle ne peut tendre ſans y porter le corps léger; comme une eau, d'abord renfermée, ne ſçauroit ſortir par une ouverture ſans entraîner avec elle les paillettes qu'elle contiendroit. Peut-être auſſi, & ces deux raiſons peuvent fort bien concourir, l'effort que fait la

matiére de l'électricité, accumulée & agitée autour des corps électrisés, pour passer dans les corps non électriques, influe-t-il sur ce phénomene : car puisque, par nos principes, la matiere électrique tend à s'étendre où elle rencontre le moins de résistance, la matiere qui environne le corps électrisé devra se porter avec impétuosité vers le corps non électrique qu'on en approchera ; & en chassant & écartant le fluide subtil qui est entre eux, elle devra condenser celui des environs. ( *Quel est ce* fluide subtil ? *& pourquoi est-il* condensé ? ) Ce fluide étant condensé, réagit, pour retourner à son premier état, avec une force égale à celle avec laquelle il en a été chassé, & il presse & pousse les deux corps l'un vers l'autre. ( *Ceci n'est qu'une hypothese gratuite qui ne mérite aucune attention.* )

2386. On pourroit alléguer, dit encore M. *Jallabert*, contre les explications que je donne des phénomenes de l'attraction & de la répulsion, les expériences qui donnent au même instant des attractions & des répulsions. ( *Cette allégation est assez bien fondée.* ) Ainsi des corps légers, placés sur une soucoupe de métal, ou sur la main d'une personne vivement électrisée, s'élancent en l'air, tandis que d'autres, présentés au dessous de la soucoupe ou de la main, s'en approchent. Mais il est aisé de voir que les cir-

conſtances qui accompagnent ces divers phénomenes ſont très-différentes : les corps légers poſés ſur la ſoucoupe ou ſur la main, s'électriſent en même temps que la ſoucoupe & la main ; par conſéquent ils doivent s'en éloigner, puiſque les corps électriſés ſe repouſſent mutuellement. (*Cela eſt vrai ; mais ſi l'on mettoit, ſur la ſoucoupe ou ſur la main, des corps légers qui ne fuſſent pas électriſables par communication, comme du ſoufre pulvériſé, de la réſine pilée, de petits brins de ſoie, &c. ces corps ne s'électriſeroient pas en même temps que la ſoucoupe & la main ; & cependant ils ſeroient repouſſés, comme l'expérience le prouve.*) Et d'ailleurs ils ne peuvent obéir qu'à l'action du fluide qui tend à les écarter de la main ou de la ſoucoupe : au lieu que les corps légers, préſentés à quelque diſtance, obéiſſent ſans obſtacle à l'action du fluide qui tend à les amener vers la main ou vers la ſoucoupe électriſée. (*Ce fluide qui tend à les amener ainſi vers la main, n'eſt donc pas le même, ou du moins n'a pas la même direction que celui qui, dans le même inſtant, tend à en écarter les autres : donc, &c.*)

2387. Il y a des expériences qui paroiſſent encore plus oppoſées à notre Théorie. Elle ſuppoſe que les corps légers ſont d'abord attirés,

ensuite repoussés ; & l'on voit, au contraire, que de divers corps légers (comme des brins de poussiere à mettre sur l'écriture) placés autour d'un corps électrisé, les uns s'élancent vers lui au même instant qu'un grand nombre d'autres s'en éloignent. (*Il est vrai que ce fait est assez opposé à la Théorie de M.* Jallabert : *voyons comment il se tirera de là.*) Mes observations diminuent, à la vérité, le nombre des répulsions, & augmentent celui des attractions : mais, à supposer que plusieurs particules sont quelquefois repoussées avant que d'être attirées, ce fait ne peut-il point venir de ce que les brins de poussiere à mettre sur l'écriture, embarrassés les uns dans les autres, ne se meuvent pas librement en tout sens ? (*Je ne vois ici* d'embarrassé *que* M. Jallabert.) que ceux qu'aucun obstacle n'empêche de s'approcher du corps électrisé, cedent à l'action du fluide qui les amene vers lui ; tandis que les autres, gênés dans leur impulsion vers le corps électrisé, mais libres de se mouvoir en sens opposé, s'en éloignent ? (*Qu'est-ce qui leur donne cette liberté de se mouvoir en sens opposé ? & quel est le fluide qui mene les autres vers le corps électrisé ?*) Les oscillations du fluide électrique sont si promptes, que l'œil ne peut en suivre la succession & les effets ; & enfin les particules qui s'élancent vers le corps électrisé ne peuvent-elles

point imprimer à quelques-unes de celles ſur leſquelles elles s'appuient, un mouvement en ſens oppoſé au leur ? (*Je doute très-fort qu'on trouve cette explication bien claire & bien ſatisfaiſante.*)

M. *Jallabert* rapporte de la meilleure foi du monde, de très-fortes objections contre ſa Théorie; objections auxquelles il ſent bien qu'il ne peut pas répondre : cependant il ne renonce pas à cette Théorie; preuve évidente du tendre amour qu'on a pour ſes enfans, quelque difformes qu'ils ſoient.

2388. Quoique la diſtinction, continue M. *Jallabert*, des deux électricités, réſineuſe & vitrée, paroiſſe dans quelques effets, on ne ſçauroit être trop circonſpect à l'admettre dans la cauſe.... & il y auroit d'étranges conſéquences à chercher à l'électricité vitrée un fluide diſtinct de celui de l'électricité réſineuſe, & à multiplier ainſi le nombre des fluides, à meſure qu'on croira en avoir beſoin pour expliquer quelque nouveau phénomene. Je pencherois plutôt à croire que cette contradiction apparente, entre les effets de l'électricité des corps vitrés & ceux des corps réſineux, vient de l'inégalité de force de leurs athmoſpheres, laquelle varie ſuivant la nature des corps. (*Ceci paroît aſſez bien vu* (2285).) Approchez deux corps dont les athmoſpheres ſeront égales

en forces, il eſt aiſé de concevoir qu'au lieu de s'approcher ils ſe repouſſeront mutuellement : mais ſi l'athmoſphere de l'un eſt beaucoup plus foible que celle de l'autre, le mouvement de la plus foible athmoſphere ſera bientôt détruit, & les deux corps s'approcheront.

2389. Cette inégalité de force, entre l'athmoſphere des corps vitrés & celle des corps réſineux, n'eſt rien moins qu'une ſuppoſition gratuite; elle ſuit de la nature même de ces corps. Le verre & la porcelaine ſont non ſeulement plus élaſtiques que la réſine & l'ambre, mais cette élaſticité augmente encore par la chaleur du frottement; au lieu que cette même chaleur détruit l'élaſticité des corps réſineux. Le fluide électrique ſera donc lancé avec plus de force hors des corps vitrés que hors de l'ambre & de la réſine. Auſſi l'expérience démontre-t-elle, 1°. que l'athmoſphere des corps réſineux n'agit pas, à beaucoup près, auſſi loin que celle des corps vitrés; 2°. que la vertu électrique que contractent les corps approchés de la réſine, eſt beaucoup plus foible que celle qu'ils reçoivent du verre électriſé; 3°. que le doigt ne tire des corps réſineux deſquels on l'approche, qu'une lumiere pâle, & jamais des étincelles.

2390. Les corps légers ne ſont attirés que foiblement par un tube ou un globe dans lequel l'air a été ou raréfié ou condenſé, & l'attraction de-

vient plus forte dès que l'air reprend, dans le globe, ſon état naturel. Quelque oppoſition qu'il y ait entre raréfier l'air & le rendre plus denſe, les effets qui réſultent de ces deux opérations, peuvent n'avoir qu'une même cauſe. Une expérience commune vous en éclaircira. Prenez une bouteille quarrée, d'un verre mince, videz-en l'air; la preſſion de l'air extérieur la briſera: condenſez, au contraire, par une pompe de compreſſion, l'air dans une bouteille ſemblable, le reſſort de l'air, comprimé dans la bouteille, ne la briſera pas moins. Ne peut-on pas de même attribuer le peu de vertu des globes, où l'air eſt trop raréfié ou trop condenſé, à l'inégalité des deux preſſions, extérieure & intérieure? Cette inégalité ne nuit-elle pas à la vibration des fibres élaſtiques du verre, & par conſéquent à la formation d'une athmoſphere électrique? (*Il n'eſt pas difficile de voir combien cette comparaiſon cloche, d'autant plus qu'on connoît la raiſon de ces phénomenes* (898, 909).)

2391. Il reſte à expliquer, dit M. *Jallabert*, d'où vient que la vertu électrique ſe manifeſte ou augmente dès que l'air revient, dans le globe, à ſon état naturel. Ne ſeroit-ce point que le frottement a animé le reſſort des fibres élaſtiques du verre; en ſorte que, dès que l'obſtacle qui s'oppoſoit à leurs vibrations, a été écarté, le mou-

vement

vement oscillatoire de leurs fibres augmente assez pour produire une électricité sensible ?

2392. Les corps les moins électriques par eux-mêmes le deviennent le plus étant approchés d'un corps électrisé. Les métaux, auxquels la chaleur ou le frottement ne peuvent donner la vertu électrique, en contractent une très-forte par communication; &, au contraire, les corps que le frottement rend aisément électriques, ne s'électrisent que très-difficilement & foiblement à l'approche d'un corps électrisé.

2393. Le plus ou le moins de fluide électrique, qui réside dans les pores des différens corps, est la principale cause de ces variétés. Si l'on approche d'un corps électrisé un corps dense, dans lequel la matiere de l'électricité soit peu abondante, les ondulations du fluide électrique, qui se portent toujours du côté où elles trouvent une moindre résistance, atteignant le corps dense, s'y étendront librement; & comme l'équilibre est, par-là, rompu entre la matiere électrique de ce corps & celle qui l'environne, ce corps deviendra un centre d'où partiront les ondulations qui formeront autour de lui une athmosphere électrique.

2394. Si, au contraire, on présente au corps électrisé un corps abondant en fluide électrique, le fluide agité autour du corps électrisé, trouvant,

dans le corps qu'on en approche, une grande quantité de fluide à mouvoir, & par conséquent plus de résistance, ne peut y ébranler le fluide électrique au point de l'obliger à en sortir & à former une athmosphere électrique. C'est pourquoi la poix, la résine, le soufre, au lieu de transmettre le fluide qui cherche à s'y introduire, le rassemblent dans l'intérieur & à l'entour des corps électrisés qu'on a posés sur eux.

2395. Mais d'où vient que la matiere électrique du globe ne s'épuise point, quoiqu'elle se propage en si grande quantité dans les corps denses? & comment le globe, après de longues & fréquentes opérations, peut-il avoir autant de vertu que s'il n'eût encore communiqué l'électricité à aucun corps? Il ne me paroît pas hors de vraisemblance que le fluide électrique, qui, du globe, s'écoule dans les corps denses, soit remplacé par celui des couches d'air voisines du globe. (*Il faut remarquer ici que M.* Jallabert *est obligé d'avoir, malgré lui, recours à ce que l'*Abbé Nollet *a appelé* matiere affluente, *laquelle est fournie encore plus par le frottoir & les corps an-électriques voisins, que par l'air.*) Ce fluide, dont l'air abonde, doit, par une suite de sa tendance à l'équilibre, se porter sur le globe, & y contracter, par les frémissemens des fibres élastiques du verre, un mouvement semblable à celui du fluide lancé

hors du globe par les vibrations de ces mêmes fibres du verre; & le fluide que les couches d'air les plus proches fournissent au globe, sera, à son tour, remplacé par celui des couches plus éloignées, &c. &c. Et c'est ainsi qu'il se fait une espece de circulation du fluide électrique, jusqu'à ce que, le frottement étant cessé, tout ce fluide qui avoit été agité, soit rentré dans son équilibre naturel.

2396. L'eau, si nuisible à la vertu électrique qu'on veut exciter par le frottement, favorise, au contraire, la vertu de l'électricité. Sa nature est si opposée à celle des liqueurs huileuses & inflammables, qu'on ne la soupçonnera pas d'abonder en fluide électrique. (*Pourquoi pas? Voyez le N°.* 2381.) Elle est d'ailleurs plus dense que divers solides, tels que le chanvre & le lin. (*Mais ces deux substances, pénétrées d'eau, ne surnagent plus; donc, en elles-mêmes, elles sont plus denses que l'eau.*) Il n'est donc pas surprenant que les corps, placés sur des supports humides, ne puissent pas être rendus électriques; qu'une corde mouillée soit plus propre à transmettre l'électricité qu'une corde seche; qu'une plante encore sur pied, ou fraîchement coupée & remplie de seve, devienne plus électrique qu'une plante seche, &c. Il est même à croire que la facilité avec laquelle les hommes & les animaux s'élec-

trisent par communication, vient, en partie, du fluide aqueux dont leur corps abonde. (*Tous ces faits sont vrais; mais la raison qu'en donne M.* Jallabert *n'en est pas meilleure.*)

2397. Le fluide électrique ne se propage pas en glissant sur la surface des corps, mais en les pénétrant; il s'y transmet même d'autant plus facilement que le corps est plus dense. Secondement, les corps que le frottement électrise le plus aisément, comme le soufre & la résine, sont ceux que le fluide électrique a plus de peine à traverser. (*M.* Jallabert *n'a pas fait attention que le soufre & presque toutes les résines par lesquelles le fluide électrique ne se transmet que très-difficilement, sont plus denses que l'eau, qui donne à ce fluide un libre passage.*)

Ces phénomenes, loin d'être opposés à notre Théorie, aident à l'appuyer: car si l'on accorde que la densité du fluide électrique qui réside dans les pores des corps, est plus grande dans les corps rares que dans les corps denses, (*il faudroit accorder alors que cette densité est plus grande dans l'eau que dans le soufre & les résines; ce qui seroit fort opposé à la Théorie de M.* Jallabert), on sera obligé de reconnoître que la résistance que le fluide, contenu dans les pores des corps, apportera aux ondulations électriques qui chercheront à s'y étendre, sera plus grande

dans les corps les plus rares: que l'air, par exemple, résistera plus à ces ondulations que l'eau, huit cents fois plus dense.

2398. Si le verre & la porcelaine apportent aux ondulations électriques une résistance plus grande que leur densité ne semble le supposer, c'est que l'art a rassemblé, dans le verre & dans la porcelaine, plus de matiere électrique & ignée qu'ils n'en devroient naturellement contenir. Leur préparation les exposant à la longue action d'un feu violent, leurs pores se remplissent d'une infinité de particules ignées qui s'y trouvent renfermées, lorsque les surfaces de ces corps se refroidissent. (*Ce ne sont-là que des suppositions purement gratuites* (1132).) Il n'est donc pas étonnant que le frottement fasse sortir du verre & de la porcelaine un fluide lumineux, & que ces matieres, qui en sont déjà remplies, n'en admettent que difficilement dans leurs pores une plus grande quantité.

2399. Le cas des matieres sulfureuses, résineuses & huileuses, dont la résistance aux ondulations électriques est encore plus grande à proportion de leur densité, est embarrassant dans toute hypothese; & je me fais d'autant moins de peine de les excepter de la regle que j'ai posée sur les différens degrés de densité du fluide électrique dans les corps, que l'illustre *Newton* les

a lui-même exceptées de la loi qu'il a établie dans son admirable Traité sur la *Lumiere & les Couleurs*, que les forces réfringentes des corps sont à peu près en proportion de leur densité; l'expérience enseignant que les corps qui abondent en parties huileuses ou sulfureuses, ont une force réfringente beaucoup plus grande que les autres corps de même densité. (*L'exception que fait ici M.* Jallabert *est dans un sens tout-à-fait opposé à celui de l'exception qu'a faite* Newton; *car les effets que produisent, en dioptrique, les matieres huileuses ou résineuses, sont les mêmes que si ces matieres avoient une plus grande densité que celle qu'elles ont; &, au coutraire, les effets que produisent, en électricité, ces mêmes matieres, sont les mêmes que si, suivant la Théorie de M.* Jallabert, *elles avoient une densité beaucoup moindre que celle qu'elles ont : ces matieres produisent donc tout à la fois les effets d'un corps plus dense qu'elles, & ceux d'un corps plus rare.*

Il est très-probable que la Théorie de M. *Jallabert* ne trouvera pas beaucoup de partisans.

*Théorie de l'Electricité de M. Francklin* (1).

2400. M. Francklin commence d'abord par établir trois principes fondamentaux, que voici :

1°. *La matiere électrique est composée de particules extrêmement subtiles*, puisqu'elle peut traverser la matiere commune, même les métaux les plus denses, avec tant de facilité & de liberté, qu'elle n'éprouve aucune résistance sensible.

2401. 2°. *La matiere électrique differe de la matiere commune, en ce que les parties de celle-ci s'attirent mutuellement, & que les parties de la premiere se repoussent mutuellement :* de-là la divergence apparente dans un courant d'écoulemens électriques. (*Cette divergence n'est point causée par la* répulsion mutuelle *des parties de la matiere électrique ; car, lorsque ces écoulemens se font dans un lieu vide d'air, cette divergence n'a pas lieu* (2301) ; *& cependant ces parties ne devroient pas cesser alors de se repousser.*)

2402. 3°. *Mais, quoique les particules de*

---

(1) Cette théorie est extraite d'un Ouvrage intitulé : *Expériences & Observations sur l'Electricité, faites à Philadelphie en Amérique, par* Benjamin Francklin ; traduit de l'anglois, par M. *d'Alibard*, & publié en 1756.

*matiere électrique se repoussent l'une l'autre ; elles sont fortement attirées par toute autre matiere.*

2403. De ces trois choses, savoir, l'extrême subtilité de la matiere électrique, la mutuelle répulsion de ses parties, & la forte attraction entre elles & une autre matiere, il résulte cet effet, que, quand une quantité de matiere électrique est appliquée à une masse de matiere commune d'une grosseur & d'une longueur sensibles (qui n'a pas déjà acquis sa quantité), elle est d'abord & également répandue dans la totalité.

2404. Ainsi la matiere commune est une espece d'éponge pour le fluide électrique. Une éponge ne recevroit pas l'eau, si les parties de l'eau n'étoient plus petites que les pores de l'éponge ; elle ne la recevroit que bien lentement, s'il n'y avoit pas une attraction mutuelle entre ses parties & les parties de l'éponge : celle-ci s'en imbiberoit plus promptement, si l'attraction réciproque entre les parties de l'eau n'y mettoit pas obstacle, en ce qu'il doit y avoir quelque force employée pour les séparer : enfin l'imbibition seroit très-rapide, si, au lieu d'attraction, il y avoit entre les parties de l'eau une répulsion mutuelle qui concourût avec l'attraction de l'éponge. C'est précisément le cas où se trouve la matiere électrique & la matiere commune.

2405. Mais, dans la matiere commune, il y a (généralement parlant) autant de matiere électrique qu'elle peut en contenir dans sa substance: si l'on en ajoute davantage, le surplus reste sur la surface, & forme ce que nous appelons une athmosphere électrique; & l'on dit alors que le corps est électrisé.

2406. On suppose que toute sorte de matiere commune n'attire pas ni ne retient pas la matiere électrique avec une égale force & une égale activité, pour les raisons que nous donnerons dans la suite; & que les corps appelés originairement électriques, comme le verre, &c. l'attirent & le retiennent plus fortement, & en contiennent la plus grande quantité.

2407. Nous savons que le fluide électrique est dans la matiere commune, parce que nous pouvons le pomper & l'en faire sortir par le moyen du globe & du tube: nous savons que la matiere commune en a à peu près autant qu'elle en peut contenir, parce que, quand nous en ajoutons un peu plus à une portion quelconque, cette quantité ajoutée n'entre point, mais forme une athmosphere électrique; & nous savons que la matiere commune n'en a pas (généralement parlant) plus qu'elle n'en peut contenir; autrement toutes ses parties détachées se repousseroient l'une l'autre,

comme elles ſont conſtamment, lorſqu'elles ont des athmoſpheres électriques.

2408. Si l'on ſuppoſe (continue M. *Francklin*) une portion de matiere commune, entiérement dégagée de matiere électrique, & que l'on en approche une ſimple particule de cette derniere, elle ſera attirée & entrera dans le corps, & prendra place dans le centre, ou à l'endroit dans lequel l'attraction eſt égale de toutes parts. S'il y entre un plus grand nombre de particules électriques, elles prennent leur place dans l'endroit où la balance eſt égale entre l'attraction de la matiere commune & leur propre répulſion mutuelle. On ſuppoſe qu'elles forment des triangles, dont les côtés ſe raccourciſſent à proportion que leur nombre augmente, juſqu'à ce que la matiere commune en ait tant attiré, que tout ſon pouvoir de comprimer les triangles par l'attraction, ſoit égal à tout leur pouvoir de s'étendre elles-mêmes par la répulſion : & alors cette portion de matiere n'en recevra plus.

2409. Lorſqu'une partie de cette quantité naturelle de fluide électrique eſt chaſſée d'une portion de matiere commune, on ſuppoſe que les triangles, formés par le reſte, s'élargiſſent par la répulſion mutuelle des parties, juſqu'à ce qu'ils occupent cette portion en entier.

2410. Lorſque la quantité de fluide électrique

qui a été enlevée à une portion de matiere commune, lui eſt rendue, elle y entre, les triangles dilatés étant comprimés de nouveau, juſqu'à ce qu'il y ait place pour la totalité.

2411. La forme de l'athmoſphere électrique eſt celle du corps qu'elle environne. Cette forme peut être rendue viſible dans un air calme, en excitant une fumée de réſine ſeche, que l'on verſera dans une cuiller à café ſous le corps électriſé, qui ſera attirée & s'étendra d'elle-même également ſur tous les côtés, couvrant & cachant le corps. Elle prend cette forme, parce qu'elle eſt attirée de tous les côtés de la ſurface du corps, quoiqu'elle ne puiſſe entrer dans ſa ſubſtance, qui eſt déjà remplie. Sans cette attraction, elle ne demeureroit pas autour du corps, mais elle ſe diſſiperoit en l'air.

2412. L'athmoſphere des particules électriques qui environnent une ſphere électriſée, n'eſt pas plus diſpoſée à l'abandonner, ni plus aiſément tirée d'un côté de la ſphere que de l'autre, parce qu'elle eſt également attirée de toutes parts. Mais ce cas n'eſt pas le même pour les corps d'une autre figure. Dans un cube, elle eſt plus facilement tirée des angles que des ſurfaces planes, & ainſi des angles d'un corps de toute autre figure, & toujours plus facilement de l'angle le plus aigu. Si donc un corps figuré comme A B C D E

*Fig.* 341. (*fig.* 341.) eſt électriſé, ou a une athmoſphere qui lui ſoit communiquée ; & ſi nous conſidérons chaque côté comme une baſe ſur laquelle les particules électriques repoſent, & par laquelle elles ſont attirées, on peut voir, en imaginant une ligne de A en F, & une autre de E en G, que la portion d'athmoſphere enfermée dans FAEG a la ligne AE pour baſe : de même la portion d'athmoſphere enfermée dans HABI a la ligne AB pour baſe : & pareillement la portion enfermée dans KBCL a BC pour appui ; & de même ſur l'autre côté de la figure. Maintenant, ſi vous tirez cette athmoſphere avec quelque corps poli & émouſſé, & que vous l'approchiez du milieu du côté AB, il faut venir fort près, avant que la force de votre attracteur excede la force ou le pouvoir avec lequel ce côté maintient ſon athmoſphere. Mais il y a une petite portion entre IBK, qui a moins de ſurface pour s'y appuyer & en être attirée, que les portions voiſines ; tandis qu'il y a d'ailleurs une répulſion mutuelle entre ſes particules & les particules de ces portions : vous pouvez donc venir à bout de la tirer avec plus de facilité & à une plus grande diſtance. Entre FAH, il y a une plus grande portion, qui a encore une moindre ſurface pour s'y appuyer & en être attirée ; c'eſt pourquoi vous pouvez toujours l'enlever plus facilement : mais la

plus grande facilité ſe rencontre entre L C M, où la quantité eſt la plus abondante, & où la ſurface, pour l'attirer & la retenir, eſt la plus petite. Lorſque vous avez enlevé une de ces portions angulaires du fluide, une autre prend ſa place, par un effet de la fluidité naturelle & de la répulſion mutuelle, dont nous avons parlé ci-devant : & ainſi l'athmoſphere continue de couler vers cet angle comme un courant, juſqu'à ce qu'il n'en reſte plus. Les extrémités de ces portions d'athmoſphere ſur ces parties angulaires ſont pareillement à une plus grande diſtance du corps électriſé, comme on le peut voir, en jetant les yeux ſur la *figure*, la pointe de l'athmoſphere de l'angle C étant beaucoup plus loin de C qu'aucune partie de l'athmoſphere ſur les lignes C B ou A B : & outre la diſtance qui réſulte de la nature de la *figure*, là où l'attraction eſt moindre, les particules doivent naturellement s'étendre à une plus grande diſtance, par leur mutuelle répulſion.

2413. Sur ces principes fondamentaux, nous ſuppoſons que les corps électriſés déchargent leur athmoſphere ſur les corps non électriſés avec plus de facilité & à une plus grande diſtance de leurs angles & de leurs pointes, que de leurs côtés unis. Les pointes la déchargent auſſi dans l'air, lorſque le corps a une trop grande athmoſ-

phere électrique, sans qu'il soit besoin d'approcher quelque corps non électrique pour recevoir ce qui est chassé; car l'air, quoiqu'originairement électrique, a toujours plus ou moins d'eau, ou d'autres matieres non électriques mêlées avec lui, lesquelles attirent & reçoivent ce qui est ainsi déchargé.

2414. Mais les pointes ont la propriété de *tirer* aussi bien que de *pousser* le fluide électrique à de plus grandes distances que ne le peuvent faire les corps émoussés; c'est-à-dire, que, comme la partie pointue d'un corps électrisé déchargera l'athmosphere de ce corps, ou la communiquera plus loin à un autre corps, de même la pointe d'un corps non électrisé tirera l'athmosphere électrique d'un corps électrisé de beaucoup plus loin que ne le pourroit faire une partie plus émoussée du même corps non électrisé. Ainsi une épingle tenue par la tête, & la pointe présentée à un corps électrisé, tirera son athmosphere à un pied de distance; mais si la tête étoit présentée au lieu de la pointe, il n'en résulteroit pas le même effet. (*Voilà un fait qui paroît bien opposé au premier : car puisque, suivant le raisonnement que vient de faire* M. Francklin, *la pointe d'un corps électrisé a moins de force pour attirer & retenir son athmosphere, que n'en a un des côtés de la surface de ce même corps, comment se peut-il faire que la*

*pointe d'un corps non électrisé ait plus de force que n'en a un des côtés de sa surface, pour attirer & enlever l'athmosphere d'un corps électrisé? Voici la raison qu'en donne* M. Francklin.)

2415. Pour concevoir ceci, nous pouvons considérer que, si une personne debout sur le plancher tiroit l'athmosphere électrique d'un corps électrisé, une pince de fer & une aiguille à tricoter émoussée, tenues alternativement dans la main & présentées à cette intention, ne l'attireroient pas avec des forces différentes, à proportion de leurs différentes masses : car l'homme & ce qu'il tient dans la main, soit grand, soit petit, sont unis avec la masse commune de la matiere non électrisée; & la force avec laquelle il tire, est la même dans les deux cas, puisqu'elle consiste dans la différente proportion d'électricité dans le corps électrisé & dans cette masse commune. (*Ce raisonnement prouveroit, contre l'intention de* M. Francklin, *qu'un homme qui présente une pointe au corps électrisé, ne doit pas tirer son athmosphere plus puissamment qu'avec un corps émoussé : car, comme l'observe* M. Francklin, l'homme & la pointe sont unis avec la masse commune de la matiere non électrisée : *cela devroit donc produire le même effet qu'avec la* pince *ou* l'aiguille émoussée.) Mais, continue *M. Francklin*, la force avec laquelle le corps

électrisé retient son athmosphere en l'attirant ; est proportionnée à la surface sur laquelle les particules sont placées. Par exemple, quatre pieds quarrés de cette surface retiennent leur athmosphere avec quatre fois autant de force qu'un pied quarré retient son athmosphere. Et comme en arrachant les crins de la queue d'un cheval, un degré de force insuffisant pour en arracher une poignée à la fois, suffiroit pour la dépouiller crin à crin ; de même un corps émoussé que l'on présente, ne sçauroit tirer plusieurs parties à la fois ; mais un corps pointu, sans une plus grande force, les enleve aisément partie par partie. (*Cette comparaison ne vaut rien : pour qu'elle fût bonne, il faudroit que la pointe présentée au corps électrisé ne produisît son effet que peu à peu,* partie par partie : *mais l'effet de la pointe est très-prompt ; dans l'instant qu'on la présente au corps électrisé, tous les signes d'électricité cessent ou sont considérablement diminués ; & si-tôt qu'on la retire, tous ces signes renaissent sur le champ avec autant d'énergie qu'auparavant. Cette explication de ce singulier phénomene n'est donc pas satisfaisante. Au reste,* M. Francklin *lui-même ne la regarde pas comme péremptoire, ainsi qu'on peut le voir par ce qui suit.*)

2416. Ces explications du pouvoir & de l'opération des pointes (dit encore M. *Francklin*), lorsqu'elles

lorsqu'elles se présenterent à moi pour la premiere fois, & tandis qu'elles rouloient dans mon esprit, me parurent satisfaire à toutes les difficultés : cependant, depuis que je les ai mises par écrit & rappelées à un examen plus sévere & plus réfléchi, j'avoue de bonne foi qu'il me reste quelque doute à cet égard. Mais n'ayant rien de mieux pour le présent à offrir à leur place, je ne les rejette pas absolument; car une mauvaise solution que l'on lit & dont on découvre les défauts, donne souvent occasion à un Lecteur ingénieux d'en trouver une plus parfaite. (*J'ai peur qu'on ne la trouve pas de long-temps.*)

2417. Voici la maniere dont s'électrise la bouteille de Leyde (2305), suivant M. *Francklin*. Le corps non électrique contenu dans la bouteille, étant électrisé, differe du corps non électrique électrisé hors de la bouteille, en ce que le feu électrique du dernier est accumulé à sa *surface*, & forme à l'entour une athmosphere électrique d'une étendue considérable : au lieu que le feu électrique est comprimé dans la substance du premier, que le verre borne de toutes parts. (*Comment* M. Francklin *pourra-t-il faire quadrer cette compression avec son second principe fondamental* (2401)? *Puisque les parties de la matiere électrique se repoussent mutuellement, quelle est ici la force qui les comprime? Il ne nous le dit pas.*

*Il ajoute ſeulement en note* : Nous avons découvert depuis que le feu de la bouteille n'eſt pas contenu dans le corps non électrique, mais dans le verre. *Cela ne répond pas à notre queſtion : mais le feu électrique eſt peut-être contenu dans l'un & dans l'autre.* )

M. *Francklin* avertit auſſi que ce qui eſt dit du *haut* & du *bas* de la bouteille, doit s'entendre de ſes *ſurfaces intérieure* & *extérieure* : & nous l'exprimerons ainſi.

2418. En même temps, dit M. *Francklin*, que le fil d'archal & la ſurface intérieure de la bouteille, &c. ſont électriſés *poſitivement* ou *plus*, la ſurface extérieure eſt électriſée *négativement* ou *moins* dans une exacte proportion ; c'eſt-à-dire, que, telle que ſoit la quantité de feu électrique qui paſſe dans l'intérieur, il en ſort de l'extérieur une égale quantité. Pour concevoir ceci, ſuppoſez que la quantité commune d'électricité dans chaque ſurface de la bouteille, ſoit, avant le commencement de l'opération, égale à 20 : ſuppoſez encore qu'à chaque coup du tube ou à chaque tour du globe, il y entre une quantité égale à 1 ; alors, après le premier coup, la quantité contenue dans le fil d'archal & le dedans de la bouteille, ſera 21 ; dans le dehors, elle ne ſera plus que 19 : après le ſecond coup, la ſurface intérieure aura 22, & l'extérieure 18 : & ainſi après

le vingtieme coup, la partie intérieure aura une quantité de feu électrique égale à 40 ; celle de la partie extérieure sera égale à zéro : & l'opération finit là ; car il n'en peut plus être poussé dans la partie intérieure, lorsqu'il n'en peut plus être tiré de la surface extérieure. Si vous essayez d'en introduire davantage, il est rejeté par le fil d'archal, ou il casse la bouteille avec un craquement sensible.

2419. L'équilibre ne sçauroit être rétabli dans la bouteille par la communication *intime* ou le contact des parties, mais seulement en formant une communication au dehors de la bouteille entre l'intérieur & l'extérieur, par le moyen de quelque corps conducteur qui les touche tous deux, soit en même temps, auquel cas l'équilibre est rétabli avec une violence & une rapidité inexprimables ; soit alternativement, auquel cas il est rétabli par degrés. (*Il paroît que cette communication, entre les surfaces intérieure & extérieure de la bouteille, n'est pas absolument essentielle ; car l'expérience réussit, quoique foiblement, avec une bouteille scellée hermétiquement, qui, si, comme le prétend* M. Francklin, *le verre est imperméable à la matiere électrique, ne peut* se charger & se décharger *que par la surface extérieure.*)

2420. Comme il ne peut plus être poussé de

feu électrique au dedans de la bouteille, lorsque tout celui du dehors est épuisé, de même dans une bouteille non encore électrisée, on ne sçauroit en pousser dans le dedans, lorsqu'il n'en peut sortir du dehors; ce qui arrive ou quand le fond est trop épais, ou quand la bouteille est placée sur un corps originairement électrique. Et réciproquement, lorsque la bouteille est électrisée, on ne peut tirer de son intérieur qu'une assez petite quantité de feu électrique, en touchant le fil d'archal, à moins qu'une quantité égale ne puisse en même temps être rendue à l'extérieur. Ainsi posez une bouteille électrisée sur un verre net, ou sur de la cire seche, & vous aurez beau toucher le fil d'archal, vous n'en pourrez tirer d'étincelle. Posez-la sur un corps non électrique; touchez le fil d'archal, & le feu en sortira en très-peu de temps; mais il sortira plus vîte encore, si vous formez une communication directe, comme il a été dit ci-dessus (2419), tant ces deux états d'électricité, le *plus* & le *moins*, sont merveilleusement combinés & balancés dans cette bouteille miraculeuse.

2421. L'ébranlement des nerfs, ou plutôt la convulsion est occasionnée par le passage subit du feu à travers le corps qui le transmet du dedans au dehors de la bouteille : le feu prend la voie la plus courte..... Pour ce qui est de l'at-

touchement du fil d'archal, le feu ne paſſe point du doigt au fil d'archal, comme on le ſuppoſe, mais du fil d'archal au doigt; de là traverſant le corps, il paſſe à l'autre main, & ainſi juſqu'à l'extérieur de la bouteille.

2422. Entourez une bouteille d'une bande de plomb laminé, ou même de papier, à quelque diſtance au deſſus du fond: de cette bande circulaire faites monter un fil d'archal juſqu'à ce qu'il touche le fil d'archal du bouchon. Il n'eſt pas poſſible d'électriſer une bouteille diſpoſée de la ſorte; l'équilibre n'eſt jamais détruit : car tandis que la communication, entre les ſurfaces intérieure & extérieure de la bouteille, eſt continuée par le fil d'archal du dehors, le feu ne fait que circuler; & ce qui ſort de la ſurface extérieure eſt conſtamment remplacé par ce qui vient de la ſurface intérieure.

2423. Placez un homme ſur un gâteau de cire, & donnez-lui à toucher le fil d'archal d'une bouteille électriſée que vous tiendrez à la main, demeurant debout ſur le plancher : à chaque fois qu'il le touchera, il ſera électriſé de *plus* en *plus*; & quiconque ſera ſur le plancher, pourra tirer de lui une étincelle. Le feu, dans cette expérience, paſſe du fil d'archal dans ſon corps, & paſſe en même temps de votre main dans la partie extérieure de la bouteille.

2424. Donnez-lui à tenir la bouteille électrisée, & touchez le fil d'archal : à chaque fois que vous le toucherez, il sera électrisé de *moins en moins*, & pourra tirer une étincelle de chacun de ceux qui sont sur le plancher. Ici le feu passe du fil d'archal dans vous, & de lui dans la partie extérieure de la bouteille. (*Il seroit agréable d'avoir un moyen sûr de voir la direction de ces feux.*)

2425. La bouteille sera électrisée aussi fortement, si elle est tenue par le crochet, & la surface extérieure appliquée au globe ou au tube, que si elle est tenue par la surface extérieure, & que le crochet lui soit appliqué.

2426. Mais la direction du feu électrique étant différente dans la charge, elle sera aussi différente dans l'explosion : la bouteille chargée par le *crochet*, sera déchargée par le *crochet* : la bouteille chargée par la *panse*, sera déchargée par la *panse*, & jamais autrement ; car le feu doit sortir par la même voie qui lui a donné entrée.

2427. Pour le prouver, prenez deux bouteilles qui soient *également* chargées par les *crochets*, une dans chaque main : approchez leurs *crochets* l'un de l'autre, il n'en résultera ni étincelle ni choc ; parce que chaque *crochet* est disposé à donner du feu, & ni l'un ni l'autre ne l'est à en recevoir. Posez une des bouteilles sur le verre ; levez-la par le *crochet*, & appliquez sa *panse* au

*crochet* de l'autre, il y aura alors une exploſion & un choc; & les deux bouteilles ſeront déchargées.

2428. Variez l'expérience en chargeant deux bouteilles *également*, l'une par le *crochet*, l'autre par la *panſe* : tenez par la *panſe* celle qui a été chargée par le *crochet*; & tenez par le *crochet* celle qui a été chargée par la *panſe* : appliquez le *crochet* de la premiere à la *panſe* de la ſeconde, il n'y aura ni choc ni étincelle. Poſez ſur le verre celle que vous tenez par le *crochet*; prenez-la par la *panſe*, & préſentez les deux *crochets* l'un à l'autre, il y aura une étincelle & un choc; & les deux bouteilles ſeront déchargées.

2429. Lorſque nous employons les termes de *charger* & *décharger* les bouteilles, c'eſt pour nous conformer à l'uſage, & par diſette d'autres termes plus convenables; puiſque nous ſommes perſuadés qu'il n'y a réellement pas plus de feu électrique dans la bouteille après ce que l'on appelle ſa *charge*, ni moins après ſa *décharge* qu'il n'y en avoit auparavant, (*on voit bien que ceci n'eſt qu'une conjecture*) excepté ſeulement la petite étincelle que l'on peut donner ou enlever à la matiere non électrique, ſi elle eſt ſéparée de la bouteille : étincelle qui ne peut pas égaler la cinquantieme partie de celle qui fait l'exploſion.

2430. Il ſuit de là que la bouteille ne ſouffrira pas ce que l'on appelle une charge, à moins qu'il n'en puiſſe ſortir autant de feu par une voie qu'il en entre par une autre. Une bouteille placée ſur la cire ou ſur le verre, ou bien ſuſpendue au premier conducteur d'électricité, ne peut être chargée, à moins qu'il n'y ait une communication établie entre ſa ſurface extérieure & le plancher, pour ſervir de décharge.

2431. Lorſqu'une bouteille eſt chargée par la voie ordinaire, ſes ſurfaces intérieure & extérieure ſont prêtes, l'une à donner le feu par le crochet, l'autre à le recevoir par la panſe : l'une eſt pleine & diſpoſée à pouſſer; l'autre eſt vide, & extrêmement affamée; & cependant comme la premiere ne chaſſera point que l'autre ne puiſſe au même inſtant recevoir, de même la derniere ne recevra point que la premiere ne puiſſe au même inſtant donner. Lorſque l'un & l'autre peut ſe faire en même temps, cela ſe fait avec une vîteſſe & une violence inconcevables.

2432. Le verre a pareillement toujours dans ſa ſubſtance la même quantité de feu électrique, & une fort grande quantité par rapport à la maſſe du verre. Cette quantité proportionnée au verre, il la retient avec force & opiniâtreté : il n'en aura ni plus ni moins, quelque changement qu'il éprouve dans ſes parties & dans ſa ſituation; c'eſt-à-dire,

que nous en pouvons tirer une partie de l'un de ſes côtés, pourvu que nous en rendions à l'autre une égale quantité.

2433. Néanmoins lorſque la ſituation du feu électrique eſt ainſi dérangée dans le verre ; lorſque quelque partie a été retranchée de l'un des côtés, & que quelque partie a été ajoutée à l'autre, il ne reſte point en repos ou dans ſon état naturel, juſqu'à ce qu'il ait été rétabli dans ſon uniformité primitive. . . . Et ce rétabliſſement ne peut être fait à travers la ſubſtance du verre ; mais il doit ſe faire par une communication d'un corps non électrique, établie au dehors, de ſurface à ſurface.

2434. Ainſi la force totale de la bouteille & le pouvoir de donner un choc eſt dans le verre même ; les corps non électriques en contact avec les deux ſurfaces ne ſervent qu'à donner & à recevoir des différentes parties du verre, c'eſt-à-dire, à donner à une ſurface, & à recevoir de l'autre.

2435. Par ce mot *ſurface* dans le cas préſent, je n'entends pas ſimplement longueur & largeur ſans épaiſſeur : mais lorſque je parle de la ſurface ſupérieure ou inférieure d'un morceau de verre, de la ſurface extérieure ou intérieure de la bouteille, j'entends longueur, largeur, & moitié de l'épaiſſeur.

2436. La différence entre les corps non électriques & le verre, qui eſt un corps originairement électrique, conſiſte en ces deux particularités : la premiere, que le corps non électrique ſouffre ſans peine un changement dans la quantité du fluide électrique qu'il contient : vous pouvez diminuer ſa quantité totale, en en chaſſant une partie, que le corps entier reprendra. Mais quant au verre, tout ce que vous pouvez faire, c'eſt de diminuer la quantité contenue dans une de ſes ſurfaces ; encore n'en viendrez-vous à bout qu'en en fourniſſant en même temps une quantité égale à l'autre ſurface ; de ſorte que le verre entier puiſſe avoir la même quantité dans les deux ſurfaces, leurs deux quantités différentes étant ajoutées enſemble ; ce qui ne peut même s'exécuter que dans un verre fort mince.

2437. La ſeconde particularité eſt que le fluide électrique ſe tranſporte aiſément d'un endroit à un autre, dans & à travers la ſubſtance d'un corps non électrique, mais non à travers la ſubſtance du verre. Si vous en préſentez une quantité à l'extrémité d'une longue baguette de métal, elle la reçoit ; & lorſqu'elle y entre, chaque particule, qui étoit auparavant dans la baguette, pouſſe vivement ſa voiſine à l'extrémité la plus éloignée où le ſurplus eſt déchargé ; & cela dans un inſtant, lorſque la baguette fait

partie du cercle dans l'expérience du choc. Mais le verre, à cause de la petitesse de ses pores, ou de l'attraction plus forte de ce qu'il contient, ne se prête pas à un mouvement si libre. Une baguette de verre ne conduira pas un choc; & le verre le plus mince ne laissera entrer aucune particule dans aucune de ses surfaces pour traverser de l'une à l'autre.

2438. Une personne sur un gâteau de cire ou de résine & frottant le tube; une autre personne aussi sur un gâteau de cire & tirant le feu; ces deux personnes paroîtront électrisées à une troisieme sur le plancher, pourvu qu'elles ne soient pas assez près pour se toucher; c'est-à-dire, que cette troisieme personne appercevra une étincelle, en approchant son doigt de chacune des deux premieres.

2439. Mais si celles qui sont sur la cire se touchent l'une l'autre pendant que le tube est frotté, aucune des deux ne paroîtra électrisée. (*Elles devroient toutes deux paroître électrisées* en moins.)

2440. Si elles se touchent l'une l'autre, après que l'on aura excité le tube, & tiré le feu, comme ci-devant, il y aura une plus forte étincelle entre elles, qu'elle ne l'étoit entre l'une d'elles & la personne qui est sur le plancher.

2441. Après cette forte étincelle, on ne dé-

couvre dans l'une ni dans l'autre aucune trace d'électricité.

Voici de quelle maniere M. *Francklin* tâche de rendre raison de ces phénomenes.

2442. Nous supposons, comme ci-dessus (2405), que le feu électrique est un élément commun, dont chacune des trois personnes susdites a une portion égale avant le commencement de l'opération avec le tube : A, qui est sur un gâteau de cire, & qui frotte le tube, rassemble de son corps dans le verre le feu électrique; (*Le verre peut donc quelquefois en acquérir plus que sa quantité naturelle*, *contre ce que dit ci-dessus* (2432) M. Francklin.) & sa communication avec le magasin commun étant interceptée par la cire, son corps ne recouvre pas d'abord ce qui lui en manque. B, qui est pareillement sur la cire, alongeant son doigt près du tube, reçoit le feu que le verre avoit tiré de A; & sa communication avec le magasin commun étant aussi interceptée, il conserve de surplus la quantité qui lui a été communiquée. A & B paroissent électrisés à C, qui est sur le plancher; car celui-ci ayant seulement la moyenne quantité de feu électrique, reçoit une étincelle à l'approche de B, qui en a de *plus*; & il en donne à A, qui en a de *moins*.

2443. Si A & B s'approchent jusqu'à se toucher

l'un l'autre, l'étincelle ſera plus forte, parce que la différence entre eux eſt plus grande. Après cet attouchement, il n'y aura plus d'étincelle entre l'un des deux & C, parce que le feu électrique eſt réduit dans tous les trois à l'uniformité primitive. S'ils ſe touchent pendant qu'on électriſe, l'égalité n'eſt point détruite, le feu ne faiſant que circuler.

2444. De là quelques termes nouveaux ſe ſont introduits parmi nous. Nous diſons que B (& les corps dans les mêmes circonſtances) eſt électriſé *poſitivement*, & A *négativement*; ou plutôt B eſt électriſé *plus*, A l'eſt *moins* : & tous les jours dans nos expériences nous électriſons les corps en *plus* & en *moins*, ſelon que nous le jugeons à propos...... Pour électriſer en *plus* ou *moins*, il faut ſeulement ſavoir que les parties du tube ou du globe qui ſont frottées, attirent dans l'inſtant du frottement le feu électrique, & l'enlevent par conſéquent à la choſe frottante. Les mêmes parties, auſſi-tôt que le frottement ceſſe, ſont diſpoſées à donner le feu qu'elles ont reçu, à tout corps qui en a moins. Ainſi vous pouvez le faire circuler, comme M. *Watſon* l'a enſeigné : vous pouvez auſſi l'accumuler ſur un corps, ou l'en ſouſtraire, ſelon que vous liez ce corps avec celui qui frotte ou avec celui qui

reçoit, la communication avec le magasin commun étant interrompue.

2445. Je suspendis (écrit M. *Kinnersley* à M. *Francklin*) avec une soie une balle de liége environ de la grosseur d'un pois : je lui présentai de l'ambre frotté, de la cire à cacheter, du soufre; elle fut fortement repoussée par chacun de ces corps : ensuite j'essayai du verre & de la porcelaine frottés, & je trouvai que chacun l'attiroit jusqu'à ce qu'elle s'électrisât une seconde fois, & qu'alors elle fût repoussée comme la premiere fois; & tandis que cette balle étoit ainsi repoussée par le verre ou la porcelaine frottés, elle étoit attirée par l'un des trois autres corps aussi frottés. (*Ce résultat n'est point constant : je puis assurer avoir fait cette expérience plus de deux cents fois, & avoir trouvé le résultat tantôt conforme, tantôt opposé à celui qu'annonce* M. Kinnersley.) Alors j'électrisai la balle avec le fil d'archal d'une bouteille chargée, & je lui présentai du verre frotté (le bouchon d'un flacon) & une tasse de porcelaine; elle en fut repoussée aussi fortement que par le fil d'archal. Mais quand je lui présentai un des autres corps électriques frottés, elle fut fortement attirée; & quand je l'électrisai par l'un d'eux jusqu'à ce qu'elle fût repoussée, elle fut attirée par le fil de la

bouteille, mais repoussée par sa doublure extérieure.

Ces expériences me surprirent, & me porterent à en inférer les paradoxes suivans.

2446. 1°. Si un globe de verre est placé à l'un des bouts du premier conducteur, & un globe de soufre à l'autre; les deux globes étant également en bon état & dans un mouvement égal, on ne pourra tirer aucune étincelle du conducteur; mais un des globes tirera du conducteur aussi vîte que l'autre y fournira. (*Le mouvement égal, que l'on exige ici, fera qu'on ne sera jamais d'accord sur ce fait : car s'il ne réussit pas, comme on l'annonce, on aura toujours à dire :* le mouvement n'étoit pas égal. *Et il est très difficile de le rendre égal à son gré; parce que l'électricité du verre a plus d'énergie que celle du soufre : & c'est probablement là la seule différence qu'il y ait entre ces deux électricités.*)

2447. 2°. Si une bouteille est suspendue au conducteur avec une chaîne de son enveloppe à la table, & que l'on ne se serve que d'un des globes à la fois, 20 tours de roue, par exemple, la chargeront; après quoi autant de tours de l'autre roue la déchargeront, & autant la rechargeront encore.

2448. 3°. Les deux globes étant en mouvement, chacun ayant un conducteur particulier,

avec une bouteille ſuſpendue à l'un d'eux, & la chaîne de celle-ci attachée à l'autre, la bouteille ſe chargera, l'un des globes chargeant poſitivement, & l'autre négativement.

2449. 4°. La bouteille étant chargée de cette ſorte, ſuſpendez-la de la même maniere à l'autre conducteur : faites tourner les deux roues, & le même nombre de tours qui avoit chargé la bouteille, la déchargera ; & le même nombre encore la rechargera.

2450. 5°. Quand chaque globe communique avec le même premier conducteur, duquel il pend une chaîne juſque ſur la table, l'un de ces globes (mais je ne puis pas dire lequel), quand ils ſont en mouvement, tirera le feu au travers de ſon couſſin, & le déchargera par la chaîne ; l'autre le tirera au travers de la chaîne, & le déchargera au travers de ſon couſſin.

Voilà les expériences dont M. *Kinnerſley* envoya le détail à M. *Francklin*, en lui offrant ſon globe de ſoufre pour les répéter. Ce dernier l'accepta, & lui écrivit ſur le champ ce qui ſuit.

2451. En attendant, je ſoupçonne que les différentes attractions & répulſions que vous avez obſervées, venoient plutôt de la plus grande ou plus petite quantité du feu que vous tiriez des différens corps, que de ce que ce feu ſeroit d'une

eſpece

efpece différente, & auroit une différente direction. (*Ceci eft très-conforme à ce que j'ai dit ci-deffus* (2285 & 2446), *que la différence entre le verre & le foufre ne confifte que dans les différens degrés d'énergie de la vertu de ces deux corps*).

2452. M. *Francklin* ayant donc répété les expériences de M. *Kinnerfley*, obferva que le globe de verre étant à une extrémité du conducteur, & celui de foufre à l'autre (2446), les deux globes en mouvement, on ne pouvoit pas tirer une feule étincelle du conducteur, à moins que l'un des globes ne tournât plus lentement, ou ne fût pas en auffi bon état que l'autre; alors même l'étincelle n'étoit que proportionnée à cette différence; en forte que fi on recommence à faire tourner les globes également, ou à faire tourner plus lentement celui qui opéroit le mieux, l'on mettra encore le conducteur hors d'état de fournir une étincelle. (*Ce n'eft donc plus un mouvement égal qu'on exige* (2446) : *c'eft un mouvement proportionné à l'énergie de la vertu électrique des globes. Difficulté de plus pour être d'accord fur ce fait.*)

2453. Je remarquai auffi, dit encore M. *Francklin*, que le fil d'archal d'une bouteille chargée par le globe de verre, attiroit une balle de liége qui avoit touché au fil d'archal d'une bouteille chargée par celui de foufre, & cela ré-

ciproquement ; en forte que le liége continuoit à jouer entre les deux bouteilles, de la même maniere que si une bouteille avoit été chargée par le crochet & l'autre par la panse, par le seul globe de verre : & les deux bouteilles chargées, l'une par le globe de soufre, l'autre par celui de verre, seront toutes deux déchargées en approchant leurs fils d'archal, & donneront le coup à la personne qui les tient.

2454. D'après ces expériences, on peut être certain que les deuxieme (2447), troisieme (2448) & quatrieme (2449) de M. *Kinnersley* réussiront exactement, quoique je ne les aie point tentées. J'imagine, dit M. *Francklin*, que c'est le globe de verre qui charge positivement (2450), & celui de soufre négativement : en voici les raisons.

2455. 1°. Quoique le globe de soufre semble opérer aussi bien que le globe de verre, cependant il ne pourra jamais y avoir une étincelle aussi forte, & à une distance aussi grande, entre mon doigt & le conducteur, quand on se sert du globe de soufre, que quand on emploie celui de verre. Je suppose que la raison en est que les corps d'une certaine grosseur ne peuvent pas se séparer de la quantité du fluide électrique qu'ils ont & qu'ils conservent dans leur substance après l'avoir attirée, aussi aisément qu'ils peuvent en

recevoir une quantité additionnelle ſur leurs ſurfaces, en forme d'athmoſphere. Par conſéquent on ne peut pas en tirer autant du conducteur qu'on peut y en faire entrer. (*Je ne vois pas la raiſon de cette impoſſibilité.*)

2456. 2°. J'obſerve que le ruiſſeau ou l'aigrette de feu, qui paroît à l'extrémité du fil d'archal attaché au conducteur, eſt longue, large & fort divergente, quand on ſe ſert du globe de verre, & qu'elle fait un bruit avec éclat ou craquement. Mais quand on emploie le globe de ſoufre, cette aigrette eſt courte, petite, & ne fait qu'un ſifflement. (*C'eſt ce dernier feu qu'on a appelé* point lumineux.) Et tout le contraire des deux arrive, quand vous tenez le même fil d'archal dans votre main, & que les globes travaillent tour à tour : l'aigrette eſt longue, large, divergente & craquante, quand on fait tourner le globe de ſoufre : elle eſt courte, petite & ſifflante, quand c'eſt celui de verre. Quand l'aigrette eſt longue, large & fort divergente, le corps duquel elle part me ſemble jeter le feu : quand le contraire paroît, on diroit que ce corps le pompe. (*Toutes ces obſervations ſe réduiſent à trouver plus d'énergie dans le verre que dans le ſoufre.*)

2457. 3°. J'obſerve que quand j'ai préſenté mon doigt devant le globe de ſoufre, lorſqu'il eſt en mouvement, le ruiſſeau de feu, entre

mon doigt & le globe, semble se répandre sur sa surface, comme s'il sortoit du doigt : il en est tout autrement du globe de verre. ( *Cependant* M. Francklin *dit*, *Lettre 6*, avoir découvert & démontré l'affluence du feu électrique au globe, aussi bien que son effluence. )

2458. 4°. Le vent frais ( ou ce qu'on appelle de ce nom ) que nous avons coutume de sentir comme sortant d'une pointe électrisée, est beaucoup plus sensible, quand on emploie le globe de verre, que quand c'est celui de soufre : mais ce ne sont ici que des pensées hasardées. ( *Remarquez que* M. Francklin *convient qu'une pointe électrisée par le soufre, fait sentir ce vent frais, quoique plus foiblement* (2284) ).

2459. 5°. A l'égard de la cinquieme expérience (2450), elle peut pareillement être vraie, dit M. *Francklin*, si les globes travaillent alternativement. Mais s'ils le font en même temps, le feu ne montera ni ne descendra par la chaîne ; parce qu'un globe pompera le feu aussi vîte que l'autre le produira.

2460. Voilà les vrais élémens de la théorie de M. *Francklin* sur l'électricité. Ils prouvent que l'Auteur de cette théorie est un excellent observateur : presque tout ce qu'il annonce est très-bien vu ; il y manque cependant quelque chose : quelques-unes de ses explications sont insuffisan-

ces; & il y a quelques phénomenes dont il ne donne point de raiſons, par exemple, les attractions & répulſions ſimultanées, & qui peuvent être expliqués par d'autres théories. Mais quelle eſt la théorie de cette Science à laquelle il ne manque rien? Je n'en connois pas : nous ne ſommes pas encore aſſez inſtruits.

*Théorie de l'Electricité de M. Æpinus* (1).

2461. Toute cette théorie eſt fondée ſur les deux principes ſuivans, qui, comme nous l'avons dit ci deſſus (2401, 2402), ſervent également de baſe à celle de M. *Francklin*.

2462. 1°. *Les molécules de la matiere électrique ſe repouſſent les unes les autres, même à des diſtances aſſez conſidérables.*

2463. 2°. *Ces mêmes molécules ſont attirables par tous les corps connus.*

2464. Tous les corps ſe laiſſent donc pénétrer par le fluide électrique; mais pas tous avec la même facilité. Tous les corps an-électriques (2241) lui livrent un libre paſſage; & elle ſe meut très-aiſément dans leurs pores.

(1) Cette théorie eſt extraite de l'*Expoſition de la Théorie de l'Electricité de M. Æpinus*, par M. l'Abbé *Haüy*, de l'Académie des Sciences, publiée en 1787.

2465. Mais les corps *idio-électriques* (2240), tels que le verre, le ſoufre, les réſines, l'air ſec, &c. lui permettent bien de paſſer par leurs pores, mais avec beaucoup de difficulté & de lenteur.

2466. M. *Æpinus*, en parlant d'attractions & de répulſions, ne prétend pas que les corps aient la propriété d'agir les uns ſur les autres *à diſtance*; il regarde, au contraire, comme un axiome indubitable cette propoſition, qu'*un corps ne peut agir où il n'eſt pas*. Les mots d'*attraction* & de *répulſion* ne ſont donc que déſigner des faits qu'il adopte pour principes, ſans rechercher leur cauſe immédiate, & deſquels il déduit l'explication des phénomenes. (*La théorie qui donne cette cauſe immédiate* (2333), *me paroît préférable.*)

2467. Chaque corps contient une certaine quantité de fluide électrique, qu'on appelle *ſa quantité naturelle*. M. *Æpinus* penſe qu'elle eſt proportionnelle à la maſſe. Tant que ce corps en conſerve ſa quantité naturelle, il ne donne aucun ſigne extérieur d'électricité : il y a donc équilibre entre la force attractive de ce corps ſur ſa quantité naturelle de fluide électrique (2463), & la force avec laquelle les molécules de ce fluide ſe repouſſent mutuellement (2462).

2468. Mais ſi, par un moyen quelconque, on

vient à augmenter ou à diminuer cette *quantité naturelle*, l'équilibre se rompt, & le corps devient susceptible de donner des signes extérieurs d'électricité.

2469. On dit d'un corps qu'il est *électrisé positivement*, lorsqu'il a plus que sa quantité naturelle de fluide électrique : & qu'il est *électrisé négativement*, lorsqu'il en a moins. On se sert aussi, dans les mêmes cas, des termes d'*électrisé en plus* ou *électrisé en moins*. Le verre que l'on frotte, acquiert une *électricité positive* sur la surface frottée : ( *& de quelle espece est l'électricité qu'acquiert l'autre surface ? Cela seroit bon à dire : car, par exemple, dans un plateau, les deux surfaces sont frottées.* ) le soufre & les résines en acquierent une *négative*, par le même moyen.

2470. M. *Æpinus* divise les phénomenes électriques en deux classes : la premiere comprend ceux où le fluide passe d'un corps dans un autre, qui en a une moindre quantité : dans la seconde sont ceux où les corps eux-mêmes ont des mouvemens progressifs, par lesquels ils s'approchent ou s'écartent les uns des autres. Il expose d'abord les loix que suit la matiere électrique dans les phénomenes de la premiere classe.

2471. Supposons, dit-il, un corps électrisé positivement (2469) : il s'agit de déterminer l'ac-

tion du fluide sur une molécule électrique, située auprès de la surface du corps. Tant que ce corps étoit dans son état naturel, la force attractive de sa matiere propre, à l'égard de cette molécule, étant égale à la force répulsive que son fluide exerçoit sur cette même molécule (2467); ces deux forces se faisoient équilibre; & la molécule restoit immobile auprès de la surface du corps, sans être attirée ni repoussée. Mais à cause de l'accroissement qu'a reçu le fluide renfermé dans le corps électrisé positivement, la force répulsive de ce fluide se trouve augmentée; & alors son action l'emportant sur celle de la force attractive, la molécule est repoussée. Les autres molécules situées auprès de la surface du corps, étant dans le même cas, la couche entiere, formée par ces molécules, sera repoussée, à moins que quelque obstacle ne s'y oppose (2473). Si l'on conçoit tout le fluide renfermé dans le corps, comme divisé en une multitude de couches concentriques, il sera facile de voir que celles de ces couches, qui seront situées vers la surface du corps, s'écarteront successivement du centre : en sorte qu'il se fera un *effluvium* continuel de matiere électrique, jusqu'à ce que le corps n'ait plus que sa quantité naturelle de fluide.

2472. Concevons maintenant un autre corps

électrisé négativement (2469). Alors la force répulsive du fluide sur une molécule située près de la surface du corps, étant inférieure à la force attractive de la matiere propre de ce corps par rapport à la même molécule, l'attraction exercera sur celle-ci une partie de son action; d'où l'on conclura qu'il y aura une *affluence* continuelle de matiere électrique dans le corps, jusqu'à ce qu'il en ait recouvré sa quantité naturelle.

2473. Il peut y avoir deux causes qui s'opposent aux effets que nous venons de décrire; l'une interne, & l'autre externe. La premiere aura lieu, si le corps est un de ceux qu'on appelle *idio-électriques* : car le fluide ne pouvant se mouvoir qu'avec beaucoup de difficulté à travers ces sortes de corps (2471), son effluence dans le premier cas, & son affluence dans le second en seront sensiblement retardées.

2474. L'autre cause est celle qui provient de la nature des corps environnans, dans le cas où ceux-ci sont pareillement idio-électriques, tel qu'un air bien sec. La résistance que ces corps opposent au mouvement de la matiere électrique, produira dans les effluences & affluences, dont nous avons parlé, un retard semblable à celui que peut occasionner la nature même du corps électrisé. On voit, par-là, pourquoi, toutes choses égales d'ailleurs, l'électricité d'un corps se main-

tient plus long-temps, lorſque ce corps, ou ceux qui l'environnent, ſont du nombre des corps idio-électriques.

2475. Juſqu'ici nous avons ſuppoſé le fluide uniformément répandu dans le corps électriſé : mais il arrive ſouvent qu'il y a ſurabondance de fluide dans une partie de ce corps, tandis qu'il y a défaut du même fluide dans une autre partie. (*Cette ſuppoſition que fait ici* M. Æpinus, *eſt tout-à-fait ſans fondement, & même contraire à ſes principes. Car puiſque* les molécules du fluide ſe repouſſent (2462), *quelle eſt la force qui les condenſe dans une partie du corps électriſé ? Et puiſque* ces molécules ſont attirables par tous les corps (2463), *qu'eſt-ce qui fait que l'autre partie de ce même corps électriſé perd ſa vertu attractive ?* M. Æpinus *auroit bien de la peine à répondre à ces deux queſtions.*) Pour ſimplifier d'abord ce nouveau cas, imaginons un corps B C (*fig.* 342.) diviſé en deux parties égales, A B, A C, & telles que le fluide de A C excede la quantité naturelle, & que celui de A B ſoit moindre que la même quantité, le rapport de la quantité acquiſe d'une part à la quantité perdue de l'autre étant variable à volonté. Cherchons l'action de ce corps ſur deux molécules E, D, placées vers ſes deux extrémités. D'après ce qui a été dit (2471 &

*Fig.* 342.

2472), la partie A C exercera une force répulſive ſur les deux molécules, en même temps que la partie A B agira pour les attirer. Mais à cauſe de l'inégalité des diſtances où les deux molécules ſe trouvent par rapport à l'une quelconque des parties A B, A C, il eſt clair que la molécule E ſera plus repouſſée par la partie A C que la molécule D; & que celle-ci, au contraire, ſera plus attirée par la partie A B que la molécule E. Cela poſé, il peut arriver différens cas.

2476. Pour mieux concevoir les effets relatifs à chacun de ces cas, obſervons d'abord que la répulſion de la partie A C ſur la molécule E, par exemple, doit croître à meſure que la quantité de fluide additive, acquiſe par A C, ſera elle-même plus grande. D'une autre part, l'attraction de la partie A B ſur la même molécule croîtra auſſi, à meſure que la quantité ſouſtractive de fluide, perdue par A B, ſera plus conſidérable. Or, comme les quantités de fluide des deux parties ſont cenſées variables, on conçoit qu'il peut arriver, par exemple, que la quantité perdue par AB ſoit telle, que l'excès d'attraction qui en réſultera par rapport à la molécule E, compenſe exactement la diminution qu'éprouve, à raiſon d'une plus grande diſtance, cette même attraction, comparée à la répulſion de A C ſur la

même molécule. Dans ce cas, la molécule E restera immobile.

2477. Si, au contraire, la quantité de fluide perdue par AB n'eſt pas ſuffiſante pour compenſer l'effet de la diſtance, la répulſion de AC prévaudra ſur l'attraction de AB; & la molécule E s'écartera du corps A.

2478. Si enfin la quantité ſouſtractive du fluide de AB compenſe au delà l'effet de la diſtance, il eſt aiſé de voir que la molécule E ſe portera vers le corps A.

2479. La molécule D, de ſon côté, ſubira divers états relatifs à ces différens cas. Si la molécule E, par exemple, reſte immobile, la molécule D aura un mouvement progreſſif vers le corps A, puiſqu'elle eſt plus voiſine de la partie AB, dont la force attractive, dans ce cas, excede la force répulſive de AC, comme nous venons de le voir il n'y a qu'un inſtant. Si la molécule E tend vers le corps A, la molécule D ſera attirée, à plus forte raiſon, par le même corps.

2480. En général, ſuivant les différens degrés relatifs des forces exercées par les deux parties du corps A, il pourra arriver que le fluide ſoit attiré & repouſſé à la fois des deux côtés, ou qu'il ſoit attiré de tel côté, tandis qu'il ſera repouſſé de l'autre, & réciproquement; ou qu'enfin

il reste immobile d'un côté, tandis que de l'autre il sera attiré ou repoussé. ( *Voilà bien des cas que* M. Æpinus *prétend expliquer par sa théorie : mais il n'explique pas le plus commun & le plus constant de tous, qui est celui-ci* : Tout corps électrisé auquel on présente plusieurs corps légers, attire les uns dans le même instant qu'il repousse les autres, par le même côté de sa surface (2523, 2558). *C'est un fait qui ne manque jamais d'arriver, & dont jusqu'ici aucune théorie, si l'on en excepte celle de* M. l'Abbé Nollet, *n'a pu rendre raison.* )

2481. Nous placerons ici, continue M. *Æpinus*, un résultat qui nous sera utile par la suite. Si l'on supposoit que l'excès de fluide de A C se trouvât précisément égal au défaut de fluide de A B, alors la molécule D tendroit nécessairement à pénétrer dans le corps A, & la molécule E en seroit repoussée. Pour le prouver, imaginons que les deux parties A C, A B, agissent seules tour à tour sur la molécule D placée à une distance déterminée. Concevons de plus que la force répulsive de la partie A C soit concentrée dans un point déterminé. La force attractive de la partie A B pourra être conçue comme concentrée dans le point correspondant de cette derniere partie. Car, quelle que soit la loi que suive la répulsion des molécules électriques, à raison de la distance,

l'attraction des molécules propres du corps électrisé doit suivre la même loi, sans quoi il n'y auroit point compensation entre cette attraction & la répulsion des molécules du corps considéré dans l'état naturel, ce qui est contraire à l'expérience (2467).

2482. Il suit de-là que l'attraction exercée par A B sur la molécule D, sera égale, dans l'hypothese présente, à la répulsion de A C sur la même molécule; puisque, d'un côté, celle-ci est repoussée par A C en raison de l'excès de fluide de cette même partie, & que, de l'autre, elle est attirée par A B, en raison de la portion de la masse de A B, laquelle faisoit équilibre à la quantité de fluide qui est censée avoir passé dans la partie A C. Donc, dans le cas présent, où la molécule D est plus près de A B que de A C, l'attraction prévaudra sur la répulsion; & la molécule D sera sollicitée à entrer dans le corps B C. On conçoit qu'en même temps l'action du corps B C sur la molécule E doit être répulsive.

2483. L'équilibre étant rompu entre les forces des parties A C, A B, il est clair qu'il tendra à se rétablir; en sorte qu'une portion du fluide de A C passera dans A B, jusqu'à ce que le corps soit rentré dans son état naturel. Ce retour se fera lentement, si le corps A est idio-électrique:

mais s'il eſt an-électrique, le fluide parviendra en un inſtant à l'uniformité.

2484. M. *Æpinus* paſſe enſuite aux phénomenes de la ſeconde claſſe; & il recherche les loix ſuivant leſquelles deux corps électriques agiſſent l'un ſur l'autre. Soient, dit-il, A, B, (*fig.* 343.) ces deux corps, que l'on ſuppoſe d'abord dans l'état naturel. Toute action étant réciproque, il ſuffira de conſidérer celle du corps A ſur le corps B. Or il y a quatre forces qui entrent comme élémens dans cette action. *Fig.* 343.

1°. La matiere propre de A attire le fluide de B (2463).

2°. Le fluide de A repouſſe celui de B (2462).

3°. Le fluide de A attire la matiere propre de B (2463).

4°. La matiere propre de A exerce auſſi ſur la matiere propre de B une action, qui ſera déterminée ci-après (2486).

Il eſt clair d'abord, d'après ce qui a été dit (2467), que l'attraction de la matiere propre de A ſur le fluide de B eſt égale à la force répulſive mutuelle des deux fluides. Car il en eſt ici du corps B vis-à-vis du corps A, comme d'une partie quelconque d'un ſeul corps à l'égard d'une autre partie du même corps. Ainſi les deux forces

dont il s'agit, se faisant équilibre, leur effet est comme nul.

2485. En second lieu, la premiere force est égale à la troisieme, c'est-à-dire, qu'autant la matiere propre de A attire le fluide de B, autant le fluide de A attire la matiere propre de B. Pour le prouver, observons que l'effort que font les deux corps, pour se porter l'un vers l'autre, en vertu de l'attraction mutuelle de leurs fluides & de leurs masses, doit être estimé ici comme la quantité de mouvement dans le cas d'équilibre, c'est-à-dire, par le produit des masses & des vîtesses. Cela posé, plus la matiere propre ou la masse de A est considérable, plus chaque molécule du fluide de B a de vîtesse pour se porter vers A : donc cette vîtesse est proportionnée à la masse de A. Donc la quantité de mouvement du fluide de B, ou le produit de la vîtesse de ce fluide par sa masse, est comme la masse même de A multipliée par la masse du fluide de B. On verra de même que l'effort avec lequel la masse de B est attirée par le fluide de A, est comme la masse de ce fluide, qui détermine ici la vîtesse de B, multipliée par la masse de B. Soit M la masse de A; Q, sa quantité de fluide; *m*, la masse de B; *q*, sa quantité de fluide : les deux attractions ou les quantités de mouvement seront comme le produit de M par *q*, est au produit

de

de Q par *m*. Mais les quantités naturelles de fluide étant proportionnelles aux masses (2467), on aura M : *m* :: Q : *q*. Et multipliant l'un par l'autre, les extrêmes & les moyens, on trouvera que le produit de M par *q* est égal au produit de Q par *m*; c'est-à-dire, que les quantités de mouvement, & par conséquent la premiere & la troisieme des forces mentionnées ci-dessus (2484), sont égales entre elles.

2486. Or la premiere étant égale & contraire à la seconde, il s'ensuit que l'effet de la troisieme est nécessairement balancé par une quatrieme, qui lui est pareillement égale & contraire; mais il ne reste pour la quatrieme force que celle qu'exerce la matiere propre de A sur celle de B : d'où M. *Æpinus* conclut, 1°. que les molécules de la matiere propre des deux corps A & B ont une force répulsive mutuelle : ( *Ceci est par trop opposé à* la tendance mutuelle des parties de la matiere les unes vers les autres, *que tout bon Physicien ne manque pas d'admettre & de regarder comme réelle. Aussi* M. Æpinus *avoue-t-il* la répugnance *qu'il a eu d'abord à admettre cette* force répulsive, *qu'il a cependant admise*, *croyant avoir de bonnes raisons pour cela. On peut remarquer ici avec quelle facilité on se prête à faire des suppositions forcées, quand on a à soutenir un systême qu'on a enfanté.* ) 2°.

que cette force eſt égale à l'une quelconque des trois premieres forces ; c'eſt-à-dire, qu'il y a égalité entre les quatre forces dont il s'agit.

2487. Nous venons de voir, continue Mr. *Æpinus*, que deux corps A & B, dans l'état naturel, n'avoient l'un ſur l'autre aucune action ſenſible qui pût être attribuée à l'électricité. Concevons que le fluide de A ſoit augmenté d'une certaine quantité. En reprenant les quatre forces mentionnées ci-deſſus (2484), ſavoir :

1°. L'attraction de A ſur le fluide de B.

2°. La répulſion mutuelle des deux fluides.

3°. L'attraction du fluide de A ſur B.

4°. La répulſion mutuelle de A & de B (2486).

Il ſera facile de voir que l'accroiſſement du fluide de A n'altere en aucune maniere la premiere & la quatrieme force ; puiſque l'action du fluide de A n'entre point comme élément dans ces forces. Il n'y aura donc que la ſeconde & la troiſieme force qui ſubiront des changemens. Or, dans l'état naturel, la ſeconde force eſt à la troiſieme (2485), comme le produit des maſſes des deux fluides, eſt au produit du fluide de A par la maſſe de B. Mais ces deux produits étant égaux, ſi l'on augmente d'une même quantité leur facteur commun, qui eſt la maſſe du fluide de A, il eſt clair que l'égalité ſubſiſtera toujours. Donc,

dans le cas où le fluide de A feroit augmenté ; la feconde force feroit équilibre à la troifieme ; & comme la premiere eft égale à la quatrieme, dont elle balance l'effet, il s'enfuit que le corps A, dans l'hypothefe préfente, n'aura pas plus d'action fur le corps B, que s'il étoit dans l'état naturel.

2488. Si l'on fuppofe au contraire que le fluide de B foit diminué d'une certaine quantité, on trouvera que la feconde & la troifieme force font encore égales, comme dans le cas précédent. (*Cela ne doit pas être, fuivant* M. Æpinus *lu-imême : car il dit* (2468) *que* fi l'on vient à augmenter ou à diminuer, dans un corps, fa quantité naturelle de fluide, l'équilibre fe rompt, & le corps devient fufceptible de donner des fignes extérieurs d'électricité : *or on convient unanimement qu'un corps, en pareil cas, a une action fur les corps voifins ; donc le corps* A *doit avoir une action fur le corps* B (2487). *Le contraire fe conclut de la théorie de* M. Æpinus ; *donc, &c.*).

2489. Il fuit de-là, dit M. *Æpinus*, qu'un corps électrifé, foit pofitivement, foit négativement, n'a aucune action fur un fecond corps qui eft dans fon état naturel. Il eft bien vrai qu'un corps électrifé, foit pofitivement, foit négativement, attire toujours d'autres corps qu'on lui

préſente, & qu'on n'a point tenté d'électriſer; ce qui paroît contraire à l'aſſertion de M. *Æpinus.* Mais voici ce qu'il y répond. Tout ſe concilie, en admettant qu'aucun corps, dans l'état naturel, ne peut être approché d'un autre corps électriſé, ſans être tiré lui-même de l'état naturel, & ſans devenir électrique. Or c'eſt en vertu du nouvel état de ce corps, que l'autre a une action ſenſible ſur lui. (*Mais que répondra* M. Æpinus, *lorſqu'on lui ſera voir qu'un corps qui ne peut point devenir électrique par l'approche d'un corps électriſé, tel que le ſoufre, eſt attiré comme les autres corps? Dans ce cas-là, le corps électriſé a donc une action ſur un autre corps qui eſt dans ſon état naturel. Au reſte,* M. Æpinus *convient de ce fait, quoique contraire à l'aſſertion précédente, comme on le peut voir par ce qui ſuit.*)

2490. Lorſque l'on approche des corps légers, tels que de petites feuilles de métal battu, d'un corps électriſé poſitivement, (*on peut ajouter*, ou négativement; *car, dans les deux cas, la même choſe arrive.*) il arrive aſſez ſouvent que les unes ſont d'abord repouſſées, tandis que les autres ſont attirées, pour éprouver enſuite une répulſion au point de contact. Pour expliquer cette diverſité d'effets, (*qui ſont les attractions & répulſions*

*ſimultanées* (2286)), voici ce qu'il dit. Lorſque l'électricité eſt un peu forte, il y a toujours quelques jets de fluide électrique qui s'échappent à travers l'air environnant, & qui électriſent poſitivement quelques-uns des corps légers voiſins, ſur-tout ceux qui ſont terminés en pointe, & que l'on ſait être très-propres, par leur figure, à ſoutirer la matiere électrique. Ces corps doivent donc être repouſſés, avant d'avoir pu ſe porter vers le corps principal, tandis que celui-ci attire les autres corps légers, qui n'ont conſervé que *leur quantité naturelle d'électricité.* (*Ce corps électriſé a donc, de l'aveu de* M. Æpinus, *une action ſur d'autres corps qui ſont dans leur état naturel.*)

2491. M. *Æpinus* penſe que les corps électriſés n'ont point d'athmoſpheres électriques. L'électricité a, dit-il, une ſphere d'activité qui s'étend autour des corps à une certaine diſtance. Mais ces corps n'ont point proprement d'athmoſphere formée par un fluide électrique ambiant, à moins qu'on n'entende par ce mot le fluide aérien qui entoure ces corps, & qui eſt toujours électriſé juſqu'à un certain point, ſoit poſitivement, ſoit négativement. Mais cet air n'influe pas ſenſiblement dans les phénomenes électriques. (*Une théorie qui n'admet pas un fait avoué de tous les Phyſiciens, & ſi évidemment prouvé* (2411),

*ne donne pas une grande idée de ſa perfection. D'ailleurs, s'il n'y a rien, entre les corps, qui puiſſe tranſmettre l'action du corps électriſé ſur les corps qui l'avoiſinent, comment* M. Æpinus *nous fera-t-il entendre que cette action puiſſe avoir lieu, lui qui a pour axiome indubitable* ( 2466 ) *qu'*un corps ne peut agir où il n'eſt pas? )

2492. C'eſt d'après les ſuppoſitions précédentes que M. *Æpinus* explique pourquoi un corps en attire ou repouſſe d'autres; pourquoi ces corps ſont plus ou moins fortement attirés ou repouſſés dans certains cas que dans d'autres, &c. Si ſes ſuppoſitions étoient admiſſibles, ſes explications pourroient paroître paſſables, à quelques contradictions près. Nous en avons déjà vu ( 2489 ); il ne faut pas chercher beaucoup pour en trouver d'autres (2493).

2493. M. *Æpinus*, après avoir conclu, par ſa théorie, que deux corps électriſés négativement ſe repouſſent mutuellement, ajoute : Concevons deux corps C, G (*fig.* 344.) électriſés poſitivement, & ſuppoſons que, tandis qu'ils s'écartent l'un de l'autre, une cauſe extérieure agiſſe pour rapprocher le corps G du corps C. La force répulſive du fluide de C refoulera une portion du fluide contenu dans FG, & la fera paſſer dans l'autre partie GH. Pareillement la

Fig. 344.

force répulſive du fluide de G agira ſur le fluide de C, pour faire paſſer une portion de ce fluide, de la partie BC, dans la partie CD. (*Par quelle puiſſance eſt-ce que ces refoulemens auront lieu ? Car, ſuivant* M. Æpinus (2491), ces corps n'ont point d'athmoſpheres électriques : *il n'y a donc rien entre eux qui puiſſe tranſmettre l'action de l'un ſur l'autre : & , encore ſuivant* M. Æpinus (2466), un corps ne peut agir où il n'eſt pas. *On ne voit donc ici aucune puiſſance qui puiſſe produire ces refoulemens.* M. Æpinus *répond à cela que c'eſt* le fluide de C qui refoule celui de G, de la partie FG, dans la partie GH : *mais ſi le fluide de* C *entre dans la partie* FG, *comment cette partie devient-elle négative ? Si au contraire ce fluide n'y entre pas, comment refoule-t-il celui de* G *? car une baguette ne refoule la bourre qu'en la ſuivant. Conſentons cependant, pour un inſtant, à lui paſſer ſes refoulemens, & voyons ce qui ſuit.*) Or il pourra arriver qu'il y ait un point où la partie BC, par exemple, ait perdu une telle quantité de ſon fluide, en paſſant à l'état négatif, que l'effet de la force attractive de cette partie ſur le corps G, compenſe exactement l'effet de la force répulſive de la partie CD : alors les deux corps reſteront immobiles. Et ſi la même cauſe extérieure continue de pouſſer G vers C, les deux corps s'at-

tireront réciproquement. (*Voilà donc deux corps dont les extrémités, qui ſont dans* l'état négatif, *doivent, ſuivant cette théorie,* s'attirer réciproquement; *tandis que, ſuivant la même théorie, les corps, en pareil cas, doivent* ſe repouſſer. *On dira que c'eſt* le changement d'état *de ces corps, qui en eſt cauſe : mais ce* changement *n'eſt que gratuitement ſuppoſé, & point du tout prouvé.*)

2494. Il y auroit encore bien des choſes à dire ſur la maniere dont M. *Æpinus* explique les autres phénomenes électriques, tels que les aigrettes, les étincelles, &c. Mais comme ſes explications ſont toutes fondées ſur des principes hypothétiques, on auroit toujours les mêmes reproches à lui faire. Par exemple, on ſait qu'une pointe, préſentée à un corps électriſé poſitivement ou par le verre, laquelle pointe on prétend être alors dans l'état négatif; on ſait, dis-je, qu'il ſort, ou du moins qu'il paroît ſortir de cette pointe une matiere qui fait éprouver un ſouffle très-ſenſible, qui ſe porte de la pointe vers le corps électriſé. Cependant on ſoutient que cette pointe ne fait que recevoir, & ne fournit rien. M. *Æpinus*, pour rendre raiſon de ce ſouffle, prétend que c'eſt un courant d'air, qui ſe porte de la pointe vers le corps électriſé, pendant que le fluide électrique ſe porte du corps

électrisé vers la pointe : mais on sent combien cette prétention est mal fondée, quand on sait que le même souffle a lieu dans le vide d'air. Ce que nous venons d'extraire de cette théorie, suffit, ce me semble, pour la faire connoître. Il est cependant bon de dire encore un mot de la maniere dont M. *Æpinus* explique le *pouvoir des pointes* & l'*Expérience de Leyde*.

2495. On sait que les corps terminés en pointe fine, présentés aux corps électrisés, paroissent leur enlever la matiere électrique plus puissamment que ne le font les corps mousses ou arrondis. Le même fluide paroît s'échapper aussi beaucoup plus facilement des conducteurs terminés en pointe, que de ceux qui sont arrondis, ou même coupés quarrément par leur extrémité (2300). Voici comment M. *Æpinus*, rend raison de ce phénomene.

2496. Concevons, dit-il, une pointe *b c* (*fig.* 345.), d'un métal quelconque, placée à une petite distance du corps A électrisé en plus. Dans ce cas, une partie du fluide contenue dans la pointe, sera refoulée de *b* vers *c*; d'où il suit qu'il y aura défaut de fluide dans la partie antérieure de la pointe, & excès dans la partie postérieure, située vers *c*. Concevons une seconde pointe *d e*, placée à côté de la premiere. Les molécules du fluide de *d e*, situées dans le voisi- *Fig.* 345.

nage de la partie antérieure de la pointe *b c*, qui eſt électriſée en moins, ſeront attirées par cette pointe (2482). D'ailleurs, elles ſeront repouſſées vers l'extrémité *e* par le corps A. Mais l'attraction balançant en partie l'effet de cette répulſion, les molécules ſeront moins refoulées vers *e*, que ſi la pointe *b c* n'exiſtoit pas. Or la pointe *d e* faiſant la même fonction, par rapport à la pointe *b c*, que celle-ci à l'égard de la premiere, les molécules de *b c* ſeront auſſi moins refoulées vers l'extrémité *c* que dans le cas où la pointe *b c* eût exiſté ſeule. Si donc l'on imagine une multitude de pointes ſemblables, rangées les unes à côté des autres, il eſt clair que leurs actions mutuelles s'oppoſant en partie à la force répulſive du corps A, le nombre des molécules refoulées vers les parties poſtérieures de cet aſſemblage de pointes, en ſera ſenſiblement diminué.

2497. Remarquons maintenant qu'en vertu du défaut de fluide des parties antérieures de l'aſſemblage dont il s'agit, cet aſſemblage exerce une force attractive ſur le fluide des corps environnans, & en particulier ſur celui du corps A; & que cette force eſt d'autant plus grande, que les parties antérieures des pointes ont perdu une quantité plus conſidérable de leur fluide naturel. Si donc nous ſuppoſons qu'une des pointes dé-

passe les autres, comme on le voit en *g* (*fig.* 346.), cette pointe se trouvant comme isolée à l'égard des pointes voisines, il sera facile de conclure, du raisonnement que nous venons de faire, que l'attraction de cette même pointe, par rapport au fluide de A, s'accroîtra de maniere que le fluide de A soit soutiré beaucoup plus efficacement, que si cette pointe se trouvoit de niveau avec les premieres. *Fig.* 346.

2498. On prouvera également qu'un corps terminé en pointe, & électrisé positivement, doit lancer le fluide en plus grande quantité que si ce corps ne formoit aucune saillie. Car alors, à cause de la résistance de l'air, il se fait toujours au point *b* (*fig.* 345.) une condensation du fluide *Fig.* 345.
renfermé dans la pointe *b c*, & qui tend à en sortir, en vertu de la répulsion mutuelle de ses molécules. Cette portion du fluide condensé exercera donc une force répulsive oblique sur le fluide situé vers *e* dans la pointe voisine : & comme une partie de cette force agit en sens contraire de celui suivant lequel les molécules tendent à s'échapper, elle s'opposera, jusqu'à un certain point, à la sortie du fluide. Le même raisonnement s'applique à chacune des pointes relativement à celles qui l'environnent : d'où il suit que, si une pointe est comme isolée à l'égard des autres, le fluide en sortira plus librement &

plus abondamment. (*Si l'on trouve bonne cette explication d.. pouvoir des pointes, on ne ſera pas difficile.*)

2499. On ſait que ſi l'on électriſe du verre, une partie de chacune de ſes ſurfaces étant garnie de corps an-électriques; ſi une perſonne touche en même temps ces deux ſurfaces, il reçoit une violente commotion. C'eſt ce qu'on appelle l'*Expérience de Leyde.* Voici comment M. *Æpinus* rend raiſon de ce phénomene.

Fig. 347. 2500. Concevons, dit-il, que *a b f e* (*fig.* 347.) repréſente un ſegment de la lame de verre qui forme le ventre d'une bouteille de Leyde, armée à l'ordinaire; *c o g d*, une portion de la matiere métallique, appliquée ſur la ſurface intérieure; & *i s n k*, une portion du métal qui recouvre la ſurface extérieure : que *t x* ſoit une chaîne qui communique avec le conducteur de la machine électrique; & *l m*, une autre chaîne, qui tienne à des corps an-électriques & non iſolés. Suppoſons que l'on ait excité, par quelques tours de plateau ou du corps qui en tient lieu, un certain degré d'électricité poſitive dans le conducteur. Une partie du fluide électrique paſſera à travers la chaîne *t x*, pour ſe rendre dans la lame *c o g d*, qui ſe trouvera elle-même électriſée en plus; & ſi l'on imagine que l'air environnant ſoit très-ſec, & que la quantité de fluide additive ne ſoit pas

ſuffiſante pour vaincre ſa réſiſtance, cette quantité ne pouvant d'ailleurs pénétrer le verre *a b f e* qu'avec beaucoup de difficulté (2465), reſtera toute entiere, ou preſque toute entiere dans la lame *c o g d*. Voyons maintenant ce qui doit arriver à la lame extérieure *i s n k*. D'abord le fluide renfermé dans *c o g d*, exerçant une force répulſive ſur les molécules du fluide naturel de *i s n k*, (*Cette force répulſive devroit être bien foible, vu la grande difficulté* (2465) *qu'a ce fluide à pénétrer le verre.*) une partie de ce dernier fluide ſera forcée de ſortir de la lame *i s n k*; & trouvant de la réſiſtance de la part de l'air environnant, tandis que la chaîne *l m* lui offre un libre paſſage (2464), elle s'échappera à travers cette chaîne, & ſe perdra dans les corps contigus. A meſure qu'il ſortira du fluide de *i s n k*, la force répulſive mutuelle des molécules qui y reſteront, diminuera; & l'attraction de la matiere propre de *i s n k* ſur ces molécules, s'accroîtra; en ſorte qu'il y aura un point où cette attraction balancera l'effet de la force répulſive du fluide de *c o g d*, & à ce terme l'*effluvium* s'arrêtera, & il ne paſſera plus rien dans la chaîne *l m*. Les molécules ſituées le long de la ligne *i k*, (& il faut en dire autant de celles qui ſe trouvent entre cette ligne & la ligne *s n*) ſeront alors dans le cas de la molécule D (*fig.* 342.), lorſque les

deux actions des parties AB & AC, fur cette molécule, fe balancent de maniere qu'elle refte immobile, comme nous l'avons expliqué ci-deffus
*Fig.* 347. (2476). La lame *c o g d* (*fig.* 347.) repréfente
*Fig.* 342. ici la partie AC (*fig.* 342.); & la lame *i s n k*, la partie AB. Mais comme nous avons vu que, dans le cas dont il s'agit, la molécule E éprouvoit encore une répulfion de la part de la partie BC, de même auffi, dans le cas repréfenté
*Fig.* 347. *figure* 347, les molécules du fluide de *c o g d* confervent une action répulfive mutuelle, qui en obligeroit une partie de fortir de cette lame, fans la réfiftance de l'air environnant.

2501. Si l'on recommence à électrifer le conducteur, la lame *c o g d* continuera de fe charger; & il fortira de nouvelles molécules de la lame *i s n k*, jufqu'à ce que l'équilibre foit encore rétabli. Cet effet fe renouvellera toutes les fois que l'on recommencera l'électrifation. Mais enfin, la force répulfive mutuelle des molécules qui feront entrées dans la lame *c o g d*, & qui augmente en même temps que le fluide s'accumule dans cette lame, deviendra fi confidérable, qu'elle vaincra la réfiftance que lui oppofe l'air environnant; &, paffé ce terme, fi l'on continue d'électrifer le conducteur, toute la portion de fluide qui excédera la quantité néceffaire pour balancer la réfiftance de l'air, s'échappant continuellement

de la lame *c o g d*, cette lame ne pourra plus rien acquérir, tandis que la lame *i s n k*, de son côté, cessera de perdre. C'est à cet instant que la bouteille se trouvera chargée jusqu'au point de saturation.

2502. Comme le verre n'est pas absolument imperméable à la matiere électrique (2465), on conçoit qu'une partie du fluide de *c o g d* doit passer dans les couches voisines de *o g*, en même temps qu'une partie de celui qui est renfermé dans les couches voisines de *s n*, passe dans la lame *s i k n*, pour aller se perdre par la chaîne *l m*.

2503. Il est essentiel de remarquer qu'en vertu de la proximité des deux lames métalliques *c o g d*, *s i k n*, la premiere de ces lames se trouve électrisée beaucoup plus fortement qu'elle ne l'eût été, sans la présence de l'autre lame: car une partie du fluide renfermé par excès dans la lame *c o g d*, étant retenue dans cette lame par la force attractive de *s i k n* (2472), le fluide s'y accumule encore bien au delà du terme où il eût été en état de vaincre la résistance de l'air, si la lame *s i k n* n'existoit pas; ce qui s'accorde avec l'expérience. Il suit encore de-là que la lame *c o g d* doit conserver beaucoup plus long-temps son électricité positive, qu'elle ne le feroit dans le cas où la lame *s i k n* se trouveroit supprimée. Aussi, lorsqu'on électrise une bouteille qui n'a

point d'armure extérieure, en se contentant d'appliquer la main au dehors, cette bouteille se décharge-t-elle beaucoup plus promptement, quand on la laisse suspendue au milieu de l'air; que dans le cas où l'on auroit appliqué une lame de métal sur sa surface extérieure.

2504. Concevons maintenant que l'on pose, sur la surface *i k*, l'extrémité *z* d'un fer recourbé *z q r*, ou de tout autre corps semblable & anélectrique. Il n'arrivera rien de nouveau en vertu de cette seule application; puisque le fluide situé le long de *i k*, étant dans l'état d'équilibre (2500), il en résulte que la bouteille ne doit avoir aucune action sur le fluide renfermé dans le corps *z q r*. Mais si l'on applique ensuite l'autre extrémité *r* de ce corps sur la surface *c d*; comme le fluide renfermé dans *c o g d* éprouve encore une action répulsive, qui n'est détruite que par la résistance de l'air, une portion de ce fluide passera aussi-tôt dans le corps *r q*, où il trouve un libre accès. Mais la lame *c o g d* ne peut pas perdre de son fluide, sans que la répulsion qu'elle exerce sur le fluide *s i k n* ne diminue en même temps, & par conséquent sans que la lame *s i k n* n'attire elle-même de nouveau fluide : elle exercera donc son attraction sur le corps *z q r*; & ces deux actions simultanées, tant celle de la lame *c o g d* pour se débarrasser de son excès de fluide, que celle de la

la lame *sikn* pour reprendre celui qu'elle a perdu, feront que le retour du fluide, d'une lame à l'autre, s'opérera avec une extrême promptitude. C'eſt cette eſpece d'éruption vive & rapide qui produit la forte étincelle que l'on voit jaillir entre la ſurface *cd* & l'extrémité *r* de l'excitateur, lorſqu'on approche celle-ci de *cd.* Et ſi, au lieu d'employer un corps métallique, la perſonne qui fait l'expérience ſe met en contact d'une part avec la ſurface *ik*, & de l'autre avec la ſurface *cd*, ou la chaîne *tx*, on conçoit que cette perſonne doit reſſentir alors une violente ſecouſſe aux parties du corps qui ſe trouvent dans la direction du courant, comme l'éprouvent tous ceux qui font cette expérience.

2505. Plus la bouteille ſera mince, & plus, toutes choſes égales d'ailleurs, elle s'électriſera fortement. Car, d'une part, la force répulſive du fluide de *cogd*, par rapport à celui de *sikn*, agira avec plus d'énergie, à raiſon d'une moindre diſtance entre les deux lames : d'une autre part, la lame *sikn* ſe trouvant plus évacuée, ſon fluide repouſſera d'autant moins celui de *cogd*, ou, ſi on l'aime mieux, ſa matiere propre attirera d'autant plus le même fluide. D'où il ſuit que l'électricité poſitive d'une part, & l'électricité négative de l'autre, ſeront plus conſidérables,

que dans le cas où le verre *a b f e* auroit eu plus d'épaiſſeur.

2506. Une bouteille ſuſpendue à un conducteur au milieu d'un air très-ſec, ne peut s'électriſer que très-foiblement; car alors le fluide ne pouvant paſſer dans l'air environnant, ſi ce n'eſt en très-petite quantité, l'effet de la répulſion du fluide de *c o g d* ſur celui de *s i k n*, ſe bornera à refouler une partie de ce dernier fluide vers *i k*, & à en faire paſſer quelques molécules dans l'air voiſin. Mais ces effets étant très-limités, il n'en réſultera qu'une foible électricité négative dans la partie de la lame *s i k n* ſituée vers *s n*. D'où il ſuit que la force répulſive du fluide de cette lame, à l'égard du fluide de *c o g d*, n'ayant ſubi qu'une légere diminution, ne permettra à *c o g d* de ſe charger que d'une petite quantité de fluide additif: après quoi, ſi l'on continue d'électriſer le conducteur, tout le fluide excédant s'échappera à travers l'air voiſin de *c d*.

2507. Il ſuit encore de là, qu'une bouteille ne peut ſe charger, du moins que très-foiblement, dans le vide, lors même que ſa ſurface extérieure eſt en communication avec des corps anélectriques. Car, en purgeant d'air le récipient, on ſupprime un puiſſant obſtacle, qui eût maintenu, dans l'armure intérieure, l'excès de fluide électrique fourni par le conducteur: en ſorte

qu'il ne faut à cette armure qu'un léger degré d'électricité positive, pour qu'elle parvienne à son point de saturation.

2508. Cette explication de l'*Expérience de Leyde* ressemble beaucoup à celle de M. *Francklin* (2417 *& suiv.*) : elle en differe cependant en un point essentiel, que voici. Suivant M. *Æpinus*, toute la vertu de la bouteille réside dans ses garnitures intérieure & extérieure; & suivant M. *Francklin*, cette vertu réside en entier dans le verre (2417, 2434.)

2509. Quoiqu'aucune de ces théories ne soit suffisante pour rendre raison de tous les phénomenes électriques, elles contiennent cependant toutes des vérités bien prouvées par des faits. J'en ai extrait ces vérités, qui, jointes à celles dont je me suis assuré par mes expériences, m'ont servi à former *36 propositions*, que je regarde comme *fondamentales*; & au moyen desquelles je vais tâcher de rendre raison des phénomenes électriques.

## *Propositions fondamentales.*

2510. 1. La vertu électrique est l'effet d'une matiere en mouvement, soit au dedans, soit autour du corps électrisé, & que l'on appelle *matiere* ou *fluide électrique* (2224).

2511. 2. Cette matiere est la même que celle

de la chaleur & de la lumiere (1175), combinée avec une substance qui lui donne de l'odeur (2226). C'est sans doute la raison pour laquelle elle n'échauffe pas les corps (1106 & 2237).

2512. 3. La matiere électrique sort toujours, du corps électrisé dans l'air, sous la forme de bouquets ou d'aigrettes composés de rayons divergens entre eux, soit que le corps soit électrisé par le verre (2278), soit qu'il soit électrisé par le soufre ou par quelque résine (2279). C'est ce qu'on appelle *matiere effluente.*

2513. 4. Mais si le corps est électrisé par le verre, il fournit des aigrettes ; & s'il est électrisé par le soufre, il ne fournit que des points lumineux : & les corps présentés à ceux qui sont électrisés par le verre, ne font voir que des points lumineux ; tandis que ceux qu'on présente aux corps qui sont électrisés par le soufre, font voir de belles aigrettes (2281).

2514. 5. Parmi les corps, les uns s'électrisent par frottement, & les autres par communication (2239). Ces derniers sont les métaux, l'eau, & toutes les substances humides (2241) : tous les autres corps s'électrisent plus ou moins par frottement, pourvu qu'ils aient assez de consistance pour être frottés (2240).

2515. 6. Pour électriser les corps par communication, il est nécessaire de les isoler : & les

ſubſtances qui y ſont propres, ſont celles qui s'électriſent le mieux par frottement (2243).

2516. 7. Le verre, quoiqu'il s'électriſe très-bien par frottement (2240), s'électriſe auſſi par communication, même ſans aucune préparation préliminaire (2247) : malgré cela, il eſt très-propre à iſoler.

2517. 8. La matiere électrique pénetre le verre beaucoup plus difficilement que pluſieurs autres ſubſtances ; mais il n'eſt pas totalement imperméable à ce fluide (2465).

2518. 9. En général, la matiere électrique pénetre très-difficilement les corps idio-électriques (2240), à moins qu'ils ne ſoient chauffés ou frottés : au contraire, les ſubſtances an-électriques (2241) ſe laiſſent, dans tous les cas, pénétrer très-aiſément par ce fluide.

2519. 10. Plus un corps eſt électriſable par frottement, moins il eſt ſuſceptible de s'électriſer par communication, & *vice versâ* (2239).

2520. 11. Tous les corps qu'on électriſe, ſoit par frottement, ſoit par communication, ſoit par le verre, ſoit par des corps réſineux, reçoivent, ſur-tout des corps an-électriques qui les avoiſinent, une matiere ſemblable à celle qu'ils lancent autour d'eux (2283). C'eſt ce que nous appelons *matiere affluente.*

2521. 12. Le fluide électrique ſe meut donc

de la même maniere dans tous ces corps (2285).

2522. 13. Tous ces corps électrisés sont donc entourés d'une athmosphere de ce fluide qu'on nomme *matiere électrique*, dont les rayons, animés d'un mouvement progressif, vont en deux sens opposés; les uns partant du corps électrisé pour se porter aux environs, les autres venant à lui des corps qui l'avoisinent : ces deux courans sont simultanées; & l'un des deux est ordinairement plus fort que l'autre (2286).

2523. 14. Les corps électrisés attirent & repoussent, dans le même temps & par le même côté de leur surface, des corps légers, qui ne sont pas retenus par de trop grands obstacles (2286).

2524. 15. Les corps repoussés par un corps électrisé, ne manquent pas d'être attirés de nouveau par ce corps, si-tôt qu'ils ont touché quelque corps an-électrique (2287).

2525. 16. Les corps soutenus sur des substances an-électriques, paroissent plus vivement attirés que ceux qui sont portés sur des substances idio-électriques (2288).

2526. 17. Les corps dont le tissu est plus serré, paroissent plus vivement attirés ou repoussés, que ceux dont le tissu est plus lâche & plus poreux (2289).

2527. 18. Un corps électrisé, s'il est libre de se mouvoir, est attiré par un corps an-électrique non électrisé (2290).

2528. 19. Les phénomenes électriques ne sont pas produits uniquement par le corps sur lequel on fait agir la machine électrique ; ceux du voisinage y contribuent (2250).

2529. 20. L'électricité est donc l'action de la matiere de la chaleur & de la lumiere, combinée avec une substance qui lui donne de l'odeur (2237), & à laquelle on a fait prendre un certain mouvement (2224), non seulement dans les corps frottés ou isolés, mais encore dans ceux qui les avoisinent, quoique ces derniers ne soient pas isolés (2250).

2530. 21. L'énergie de la vertu électrique est augmentée, dans les conducteurs, beaucoup plus par l'augmentation de surface, que par l'augmentation de masse (2269).

2531. 22. A surfaces égales, plus le conducteur a de longueur, plus les effets sont grands (2271).

2532. 23. La vertu électrique se transmet à de très-grandes distances dans un temps très-court, par le moyen des conducteurs (2264).

2533. 24. Les corps an-électriques électrisés perdent aisément leur vertu par l'attouchement d'un autre corps an-électrique non isolé.

2534. 25. Les corps idio-électriques électrisés gardent leur vertu beaucoup plus long-temps, quoiqu'ils touchent d'autres corps, de quelque nature qu'ils soient.

2535. 26. Les corps électrisés adherent les uns aux autres, de façon qu'on ne peut les séparer sans un effort qui quelquefois doit être très-grand (2293).

2536. 27. L'électrisation accélere l'évaporation des liqueurs, & la transpiration des animaux (2291).

2537. 28. Cette accélération d'évaporation & de transpiration a lieu aussi dans les corps qui, sans être isolés, sont seulement placés dans le voisinage du corps électrisé : mais l'effet est moindre (2292).

2538. 29. Un conducteur terminé par une pointe fine, ne donne que de très-foibles signes d'électricité : &, si à un conducteur électrisé on présente une pointe fine d'une substance an-électrique, les signes qu'il donne d'électricité sont, sur le champ, considérablement diminués, quoiqu'ils ne soient pas totalement éteints. (C'est-là ce que l'on appelle le *pouvoir des pointes* (2300).)

2539. 30. Les aigrettes enflammées, qu'on apperçoit aux extrémités & aux angles des corps électrisés, sont toujours composées de rayons

divergens entre eux, lorſqu'elles paſſent dans l'air (2512) : mais ſi on leur préſente un corps an-électrique, elles perdent beaucoup de leur divergence; leurs rayons deviennent même quelquefois convergens, pour ſe porter vers ce corps, lequel eſt pour eux plus perméable que l'air; & ſi on les fait arriver dans un eſpace vide d'air, elles prennent la forme d'un gros jet de lumiere à peu près cylindrique, ou en forme de fuſeau (2301).

2540. 31. Quand on approche, aſſez près d'un corps électriſé, un corps an-électrique, il éclate une étincelle entre les deux : mais cette étincelle n'a jamais lieu, ſi le corps approché du corps électriſé eſt idio-électrique (2302).

2541. 32. Ces étincelles ſe multiplient par une ſuite de conducteurs non-contigus (2303).

2542. 33. L'étincelle qui éclate entre deux corps, eſt capable d'enflammer des matieres combuſtibles (2304).

2543. 34. Si l'on électriſe fortement, par communication, un corps idio-électrique, qui touche d'une part au conducteur iſolé par lequel il s'électriſe, & d'autre part à une perſonne qui aille tirer une étincelle de ce conducteur, cette perſonne éprouve dans l'inſtant une violente commotion. C'eſt-là ce qu'on appelle l'*Expérience de Leyde* (2305).

2544. 35. Il eſt certain que, dans cette expérience, il y a une des ſurfaces du corps électriſé qui eſt plus chargée que l'autre (2306).

2545. 36. Ce pouvoir, de donner la commotion (2543), réſide principalement dans le corps idio-électrique. Pour que cette expérience réuſſiſſe, il faut faire en ſorte (d'une maniere quelconque) qu'une portion de chacune des ſurfaces du corps idio-électrique ne ſoit pas touchée par l'air (2306).

*Explication des Phénomenes.*

2546. Pour produire ces phénomenes, il faut commencer par électriſer des corps. *Les uns s'électriſent par frottement, les autres par communication* (2514). Déterminer d'où vient cette différence dans la maniere dont les corps s'électriſent, eſt, ſelon moi, une choſe, ſinon impoſſible, du moins très-difficile : nous ne connoiſſons pas aſſez pour cela la nature des corps. Il vaut donc mieux avouer ſon ignorance, que de faire de mauvais raiſonnemens ou des ſuppoſitions forcées. Mais ces faits ſont certains ; ils pourront donc nous être utiles pour l'explication des phénomenes. Voyons comment chacun peut avoir lieu.

2547. 1°. L'électriſation par frottement. La matiere électrique, étant *la même que celle de la*

*chaleur* (2511), eſt univerſellement répandue partout (1105) : elle pénetre les corps juſque dans leurs parties les plus intimes ; elle ſe trouve de même dans les corps voiſins, & même dans l'air qui les environne. Lors donc que l'on frotte un corps idio-électrique, comme, par exemple, un tube, un globe ou un plateau de verre, un bâton ou un globe de cire d'Eſpagne ou de ſoufre, on met en mouvement & les particules du corps frotté, & la matiere électrique qui en remplit les pores : & cette matiere s'élance alors du dedans au dehors (2277), comme on s'en apperçoit, en y préſentant la main (2224). Le corps ainſi frotté ne s'épuiſe point par ces émanations continuelles, que nous appellerons *effluences* ; car quelque long-temps que dure l'électriſation, elles ont toujours lieu ; parce qu'*une matiere ſemblable remplace continuellement le fluide qui fournit aux effluences* (2520), comme nous l'avons prouvé ci-deſſus (2283) : & ce remplacement eſt ce que nous appellerons *affluences*. Ce corps eſt alors électriſé par frottement.

2548. 2°. L'électriſation par communication. Si l'on approche d'un corps, déjà électriſé, un corps an-électrique, comme, par exemple, un corps vivant, du métal, &c. *convenablement iſolé* (2515), la matiere électrique, qui réſide dans ſes pores, eſt miſe en mouvement par les impul-

ſions qu'elle reçoit de la part des rayons effluens qui s'élancent du corps électriſé (2547) : & ce mouvement la porte en-avant ; de même que de l'eau, que l'on fournit à un tuyau déjà à peu près plein, occaſionne à l'autre extrémité un écoulement qui dure pendant tout le temps que l'on fournit au tuyau de nouvelle eau : & pendant ce temps, *une matiere ſemblable ſe rend de toutes parts au corps iſolé* (2520), pour ſe porter en partie vers le corps frotté. De ſorte que, dans ce corps électriſé par communication, la matiere électrique *ſe meut de la même maniere* que dans le corps électriſé par frottement (2285, 2521) : il y a *effluences* & *affluences* dans l'un & l'autre cas. Je ſais bien que le grand nombre des Phyſiciens électriſans ne conviennent pas de ce fait ; mais comme je n'en connois point en Phyſique de plus clairement prouvé (2283, 2284, 2286), je ne puis pas ne pas l'admettre.

2549. Cette matiere, ſoit l'effluente, ſoit l'affluente, s'échappe toujours ſous la forme d'*aigrettes compoſées de rayons divergens* (2512), toutes les fois que ces aigrettes débouchent dans l'air, comme nous l'avons prouvé ci-deſſus, ſoit qu'elle ſoit excitée par le verre (2278), ſoit qu'elle le ſoit par des corps réſineux (2279). Cette divergence n'eſt point produite, comme l'ont penſé quelques Phyſiciens, par la répulſion

mutuelle des parties du fluide électrique (2401, 2462); mais plutôt par la résistance qu'elles éprouvent dans l'air, fluide qu'*elles pénetrent difficilement* (2518). La preuve de cela, c'est que si elles débouchent dans un endroit vide d'air (2301), cette divergence n'a plus lieu.

2550. Ce sont, d'une part, ces rayons de matiere *effluente*, qui sortent en *divergeant* (2512) du corps électrisé, & d'autre part, ces rayons de matiere *affluente* (2520), qui convergent à ce corps électrisé, qui forment son athmosphere (2286, 2522). Il suit de là qu'une athmosphere électrique est composée d'un fluide, dont les différentes parties forment par-tout deux courans qui se meuvent en deux sens opposés, & dans le même instant, comme cela a été prouvé ci-dessus (2286) : & ordinairement il y a un de ces courans qui est plus fort que l'autre (2522). M. l'Abbé *Nollet* a assez bien représenté cette athmosphere (2334), au moyen de la *fig.* 340, *Fig.* 340. dans laquelle *a*, *a*, *a*, &c. sont les rayons effluens; & *b*, *b*, *b*, &c. les rayons affluens.

2551. Lorsqu'un corps est actuellement électrisé, soit par frottement, soit par communication, soit par le verre, soit par les résines, & qu'on lui présente des corps légers, plusieurs de ces corps sont portés précipitamment vers le corps électrisé par une puissance qui demeure invisible :

c'eſt ce qu'on appelle *attraction électrique*. Pour rendre raiſon de ce phénomene, M. *Francklin* a ſuppoſé (2403) une puiſſance attractive entre les corps & le fluide électrique. M. *Æpinus* a ſuppoſé (2484 *& ſuiv.*) une combinaiſon de quatre forces, pour produire ce petit effet. Toutes ces ſuppoſitions ſont pour le moins inutiles; car cette *attraction* n'en eſt qu'une apparente, c'eſt plutôt une vraie impulſion. Car le corps léger F
Fig. 340. (*fig.* 340.) eſt pouſſé vers le corps électriſé A par le courant *b* de *matiere affluente* (2520). Voilà donc une cauſe mécanique, & dont l'exiſtence eſt prouvée (2283), qui nous diſpenſe d'avoir recours à aucune ſuppoſition.

2552. Si, parmi les corps légers préſentés au corps électriſé, il y en a pluſieurs d'attirés (2551), ils s'en trouvent auſſi pluſieurs qui s'éloignent précipitamment du corps électriſé, ou qui, s'ils s'en approchent d'abord, ne manquent guere de s'en éloigner l'inſtant d'après : c'eſt ce qu'on appelle *répulſion électrique*. Nous avons encore ici une cauſe mécanique qui produit cet effet : c'eſt l'impulſion de la matiere effluente (2512), dont l'exiſtence a été bien prouvée ci-deſſus (2283), qui oblige le petit corps à s'éloigner. Si le petit corps G, au lieu de ſe trouver dans le courant *b* de la *matiere affluente* (2520), ſe trouve en priſe au courant *a* de la *matiere effluente* (2512), dans

un endroit où l'aigrette a assez de densité & de vîtesse, il est d'abord repoussé. Si cette densité n'est pas assez grande, dans l'endroit où se trouve le corps G, il obéira d'abord à l'impulsion de la matiere affluente, qui arrive de toutes parts (2520), & s'approchera un peu du corps électrisé A, pour en être ensuite repoussé si-tôt qu'il arrivera à l'endroit où la densité & la vîtesse de la matiere effluente deviendront supérieures à celle de la matiere affluente. Le corps F lui-même, s'il est an-électrique, quoiqu'il ne rencontre point, dans la ligne F *b*, le courant de matiere effluente, ne manquera pas d'être repoussé si-tôt qu'il aura approché ou touché le corps électrisé A; parce qu'il s'électrisera lui-même par communication (2548), & deviendra par-là tout hérissé d'aigrettes (2278, 2333), comme on le voit en H; ce qui le mettra en prise à l'impulsion des rayons effluens du corps électrisé A, contre lesquels les siens s'appuyent: ce qui les tiendra à une certaine distance l'un de l'autre.

2553. Cette répulsion a lieu par une force qui va en décroissant à mesure que la distance augmente. Mais quelle est la loi suivant laquelle cette force décroît? M. *Coulomb*, de l'Académie des Sciences, l'a déterminée par des expériences très-ingénieuses. (Voyez les *Mémoires de l'Acad. des Sciences; année* 1785, *page* 569.) La méthode qu'a

employée M. *Coulomb*, pour parvenir à cette connoiſſance, a été la force de torſion d'un fil de métal, ſur laquelle il a fait un grand nombre de recherches, qui l'ont conduit à une eſtimation exacte de cette force, & qui ſont le ſujet d'un Mémoire qu'il a lu à l'Académie des Sciences en l'année 1784. La force dont il s'agit ici, eſt celle qui eſt capable de contenir un fil délié de métal que l'on a tordu d'une certaine quantité, ou qui eſt capable de faire équilibre à l'effort que fait ce fil pour ſe retourner ſur lui-même, & revenir à ſon état ordinaire.

2554. Le fil de métal qu'emploie M. *Coulomb*, eſt ſuſpendu au milieu d'un cylindre creux de verre : l'extrémité ſupérieure de ce fil eſt ſaiſie par une petite pince, au moyen de laquelle on peut tordre le fil de métal, en faiſant tourner une aiguille ou un indicateur, dont la pointe ſe meut ſur la circonférence d'un cercle gradué. A l'extrémité inférieure du fil de métal, eſt ſuſpendu un petit levier, fait d'un fil de ſoie enduit de cire d'Eſpagne, & qui porte, à l'un de ſes bouts, une balle de moelle de ſureau, & à l'autre bout un morceau de papier huilé, pour ſervir de contre-poids. La circonférence du cylindre eſt graduée, à la hauteur correſpondante à ce levier, en 360 degrés. Vis-à-vis le point de zéro, eſt une autre balle de moelle de ſureau, dont la

poſition

poſition eſt fixe ſur un ſupport idio-électrique.

2555. M. *Coulomb* fait d'abord en ſorte que les deux balles ſe touchent, le fil de métal étant dans ſon état naturel, où la torſion eſt nulle ; & l'indicateur, dont on a parlé ci-deſſus (2554), ſe trouvant au point de zéro, ſur le petit cercle gradué. M. *Coulomb* électriſe enſuite foiblement les deux balles : à l'inſtant elles exercent l'une ſur l'autre une action répulſive ; & la balle mobile s'écarte de celle qui eſt fixe. Cet écart, meſuré ſur la graduation du cylindre, s'eſt trouvé de 36 degrés. M. *Coulomb* a fait alors ſubir une plus grande torſion au fil de métal, en faiſant tourner l'indicateur d'une quantité de 126 degrés : en même temps la balle mobile s'eſt rapprochée de la balle fixe juſqu'au point où la force répulſive mutuelle des deux balles ſe trouvoit capable de faire équilibre à la force de torſion : les deux balles dans ce moment n'étoient plus écartées que de 18 degrés, leſquels ajoutés aux 126 degrés parcourus par l'indicateur, donnoient 144 degrés pour la valeur totale de l'angle de torſion.

2556. Suivant l'eſtimation de M. *Coulomb* les forces de torſion ſont ſimplement en raiſon des angles de torſion : or ces angles ſont, dans les expériences précédentes, le premier de 36

degrés, & le ſecond de 144 degrés; c'eſt-à-dire, que le ſecond eſt quadruple du premier. Mais les diſtances étoient, l'une de 36 degrés, & l'autre de 18 degrés : la premiere diſtance étoit donc double de la ſeconde : donc, à une diſtance ſimple, la force répulſive faiſoit équilibre à une réſiſtance quadruple de celle qu'elle éprouvoit à une diſtance double. D'où il ſuit que cette force de répulſion ſuit la raiſon inverſe du quarré de la diſtance. C'eſt la loi que M. *Coulomb* en a conclue. En effet, cela doit être ainſi; car cette répulſion eſt cauſée par les rayons effluens des deux balles électriſées, qui s'appuyent les uns ſur les autres (2554) : or ces rayons, étant divergens entre eux, ont, à une diſtance ſimple, une denſité quadruple de celle qu'ils ont à une diſtance double : ils doivent donc, à cette diſtance ſimple, avoir une force quadruple; car cette force doit être proportionnelle à la denſité.

*Fig.* 340. 2557. Mais ſi le petit corps H (*fig.* 340.) vient à toucher quelque corps an-électrique, il ſera *attiré de nouveau par le corps électriſé* A (2287, 2524); car, *par cet attouchement, il perdra ſa vertu électrique* (2533), & ſe trouvera de nouveau dans le même cas où il étoit en F (2551).

2558. L'expérience fait voir, & tout le monde le ſait, que ces *attractions* (2551) & *répulſions* (2552) ſont produites *dans le même inſtant, & par le même côté de la ſurface du même corps électriſé* (2523); elles ſont donc ſimultanées, comme les courans de fluide électrique qui en ſont la cauſe (2286). Ces courans doivent emporter avec eux tout ce qu'ils rencontrent d'aſſez libre pour obéir à leur impulſion : les corps qui ſe trouvent en priſe aux courans de matiere affluente, paroiſſent attirés; & ceux qui ſe trouvent expoſés à l'action de la matiere effluente ſont repouſſés, comme nous l'avons expliqué ci-deſſus (2371), d'après la théorie de M. l'Abbé *Nollet* : je ne connois que cette théorie, au moyen de laquelle ce phénomene ſoit expliqué d'une maniere ſatisfaiſante.

2559. Ces attractions ſont plus vives, & ont lieu de plus loin, lorſque les corps préſentés aux corps électriſés *ſont ſoutenus ſur des ſubſtances an-électriques* (2288, 2525); parce que ces ſubſtances *ſe laiſſant pénétrer très-aiſément par le fluide électrique* (2518), fourniſſent une plus grande quantité de cette matiere affluente, qui, par ſon impulſion, fait que les corps paroiſſent attirés.

2560. Un corps actuellement électrique, par quelque voie qu'il le ſoit devenu, attire & re-

Ff 2

pouſſe toutes ſortes de matieres indiſtinctement, ſoit an-électriques, ſoit idio-électriques, pourvu qu'elles ne ſoient pas retenues, ou par trop de poids, ou par quelque autre obſtacle. Mais il y a certaines ſubſtances ſur leſquelles le fluide électrique a plus de priſe que ſur d'autres : & cette diſpoſition plus ou moins grande, à être attirée & repouſſée par un corps électrique, dépend bien moins de la nature des matieres, que *d'un aſſemblage plus ou moins ſerré de leurs parties* (2289, 2526). Une petite lame de métal eſt plus vivement attirée ou repouſſée, & de plus loin, qu'une petite paille ou un morceau de papier, quoique plus peſante : le même ruban, s'il eſt ſeulement mouillé, ciré ou gommé, devient par cela même plus propre à obéir à l'impulſion du fluide électrique, que s'il n'eût pas été ainſi préparé ; quoique cette préparation ajoute à ſon poids. On en voit aiſément la raiſon : le fluide électrique, qui emporte ces corps ſuivant ſon courant, agit d'autant plus puiſſamment ſur eux, qu'il y a plus de parties qui agiſſent à la fois : or il y en a un nombre d'autant plus grand, que ces corps en laiſſent moins paſſer ; ce qui arrive lorſque leur tiſſu eſt plus ſerré & moins poreux. Si l'on habilloit les ailes d'un moulin, ou qu'on fit les voiles d'un vaiſſeau avec de la gaze, le vent y produiroit peu d'effet.

2561. *Un corps électrisé*, s'il est libre de se mouvoir, *est attiré par un corps an-électrique non-électrisé* (2290, 2527). Le même fluide dont nous avons jusqu'à présent fait usage, va encore nous servir à rendre raison de ce phénomene. Supposons une petite feuille de métal C (*fig.* 348.) électrisée, & isolée par un fil de soie D C : ses *rayons effluens* (2512) éprouvent de tous les côtés une résistance semblable, soit de la part de l'air, qui, étant idio-électrique, *ne s'en laisse que difficilement pénétrer* (2518), soit de la part de la *matiere affluente* A & B (2520), qui la pousse également dans tous les sens : d'où il résulte qu'elle doit demeurer en repos : c'est en effet ce qui arrive. Supposons maintenant qu'à cette même feuille de métal *c* isolée par le fil de soie *d*, on présente un corps an-électrique, tel qu'un morceau de métal ou la main, la feuille de métal en sera attirée ; car ce corps an-électrique étant *très-perméable au fluide électrique* (2518), oppose moins de résistance aux rayons effluens de la feuille *c*, que ne faisoit l'air dont il a pris la place : la matiere affluente *a* pousse donc la feuille *c* vers ce point moins résistant ; ce qui fait qu'elle paroît être attirée par la main. Voilà donc un exemple où les corps voisins du corps électrisé contribuent aux phénomenes (2528). *Fig.* 348.

2562. M. *Dufay* (2312), & après lui M.

*Kinnersley* (2445), ont obſervé qu'un corps qui a été électriſé & repouſſé par le verre, eſt attiré par un corps réſineux électriſé; & que celui qui a été repouſſé par le corps réſineux, eſt attiré par le verre. En conſéquence, ils ont conclu qu'il y avoit deux ſortes d'électricité réellement diſtinctes l'une de l'autre, puiſque le verre & les réſines repouſſent les corps qui ont contracté une électricité de même nature que la leur, & qu'ils attirent ceux qui en ont contracté une d'une nature différente. Mais avant de conclure ainſi, il eût été bon de s'aſſurer ſi le phénomene étoit conſtant : c'eſt ce que j'ai cherché à connoître. Pour cela, j'ai répété un grand nombre de fois ces expériences; & j'ai obſervé que les réſultats étoient tantôt conformes, tantôt oppoſés à ceux de ces Meſſieurs : de ſorte que le corps qui étoit repouſſé par le verre, étoit tantôt attiré, tantôt repouſſé par la réſine; & le corps qui étoit repouſſé par la réſine, étoit tantôt attiré, tantôt repouſſé par le verre. Il ne me paroît pas très-difficile de rendre raiſon de cette eſpece de contrariété : je dis plus, c'eſt qu'il eſt poſſible, avec un peu d'habitude & un temps favorable, de faire réuſſir l'expérience d'une maniere ou de l'autre, à volonté.

Expérience. J'ai iſolé un petit corps, en le ſuſpendant par le moyen d'un fil de ſoie : &

tandis que je frottois un tube de verre, une autre personne frottoit un bâton de cire d'Espagne. Lorsque, par l'approche de mon tube de verre, j'avois électrisé & repoussé ce petit corps, aussitôt l'autre personne en approchoit le bâton de cire d'Espagne; & en répétant plusieurs fois cette expérience, tantôt le petit corps en étoit attiré, tantôt il en étoit repoussé. Il est aisé de rendre raison de cette variété d'effets. La cire d'Espagne, qui est idio-électrique, *est très-peu perméable au fluide électrique, à moins qu'elle ne soit frottée* (2518); mais, dans ce dernier cas, elle se laisse pénétrer assez facilement par ce fluide. Lors donc qu'on approche le bâton de cire d'Espagne, ainsi frotté, du petit corps électrisé, il produit le même effet que la main dont nous venons de parler (2561); il oppose peu de résistance aux rayons effluens du petit corps électrisé; & ce petit corps paroît attiré. Mais si la cire d'Espagne n'étoit que foiblement électrisée, ou qu'elle le fût très-fortement, elle opposeroit beaucoup plus de résistance à ces rayons effluens; & le petit corps seroit repoussé. Dans le premier cas, elle ne seroit que peu perméable au fluide électrique: dans le second, ses rayons effluens seroient à peu près aussi forts que ceux du verre. L'une & l'autre de ces circonstances doivent occasionner la répulsion. Ainsi pour faire réussir l'expérience comme

l'ont annoncée MM. *Dufay* & *Kinnersley*, il faut communiquer à la cire d'Espagne une électricité moyenne ; & pour la faire manquer, il faut ne lui en donner qu'une très-foible, ou lui en communiquer une très-forte. On a donc eu tort de dire qu'il y a deux sortes d'électricité de natures différentes : elles ne different que par l'énergie.

2563. Ce sont cependant ces expériences, ainsi que celles qu'a faites M. *Francklin* (2438 *& suiv.*) qui ont occasionné la distinction de l'électricité, en *positive* & *négative*, en *plus* & en *moins* (2282). Nous devons avouer qu'il y a là une distinction réelle, & qui mérite d'être conservée : ces deux sortes d'électricité se distinguent l'une de l'autre par un phénomene constant, dont nous avons parlé ci-dessus (2281). L'électricité en *plus* est désignée par une belle & grande aigrette bien épanouie ; & l'électricité en *moins*, par une très-petite aigrette, appelée *point lumineux* (2282). Mais cette distinction ne résulte pas de deux électricités de natures différentes ; car elles subsistent très-bien toutes deux dans le même corps, dans le même conducteur, l'une à une de ses extrémités, & l'autre à l'autre (2281) : elle ne résulte pas non plus, comme on le prétend (2282), d'une différence de direction dans le fluide électrique ; puisque ce fluide se meut

de la même maniere dans l'un & l'autre cas (2285), comme nous l'avons prouvé ci-dessus (2283, 2284). Il paroît que la seule différence qui existe entre les électricités en *plus* & en *moins*, ne consiste que dans la différence de l'activité de fluide électrique, qui a un mouvement plus rapide dans un cas que dans l'autre. Telle a été l'opinion de M. *Francklin* (2451). D'où je conclus que les noms d'électricités en *plus* & en *moins* sont plus convenables que ceux d'électricités *positive* & *négative*, ces derniers noms donnant une idée fausse du phénomene.

2564. Il arrive quelquefois que des corps adherent fortement à la surface des corps électrisés : nous en avons donné ci-dessus (2293 & *suiv.*) des exemples frappans. Cette adhérence est produite par l'impulsion de la matiere affluente (2283, 2284) qui vient aux corps électrisés, *des autres corps qui les avoisinent* (2520), & même de l'air qui les environne.

2565. Nous avons dit ci-dessus (2291) que *l'électrisation accélere l'évaporation des liqueurs, ainsi que la transpiration des animaux* (2536). Nous avons fait voir (2283) que si, à un corps actuellement électrisé, on accroche un petit vase K (*fig.* 337.) ou D (*fig.* 338.) rempli d'eau & terminé par un tuyau délié qui n'en permette *Fig.* 337. *Fig.* 338.

l'écoulement que goutte à goutte, cet écoulement eſt accéléré & ſe fait par des jets continus de rayons divergens. Cet effet eſt cauſé par la matiere effluente qui s'échappe du corps électriſé. Il eſt aiſé de concevoir que la même cauſe doit accélérer la tranſpiration des animaux : la matiere effluente, qui s'échappe par les pores du corps d'un homme électriſé, doit emporter avec elle les petites particules aqueuſes qui forment ſa tranſpiration inſenſible, & en accélérer la ſortie. La même matiere doit produire le même effet, en traverſant une maſſe de liqueur, ou un corps chargé d'humidité ou de toute autre ſubſtance évaporable.

2566. Cette accélération a lieu auſſi dans les corps, qui, ſans communiquer au corps actuellement électriſé, *ſont ſeulement placés dans ſon voiſinage*, & *ſans être iſolés* (2292, 2537). Pour rendre raiſon de ce ſecond effet, ſouvenons-nous que *tout corps électriſé reçoit, ſur-tout des corps an-électriques, qui l'avoiſinent, une matiere ſemblable à celle qu'il lance autour de lui* (2520). C'eſt cette matiere (que l'on nomme *affluente*) qui accélere l'écoulement de la liqueur contenue dans le vaſe C non iſolé, & tenu devant le conducteur DH électriſé (2286). La même matiere, ſortant du corps d'un homme non iſolé & placé devant un corps électriſé, doit produire le même

effet, & accélérer sa transpiration; de même qu'elle doit accélerer l'évaporation des liqueurs & des substances évaporables contenues dans les corps qui sont en présence d'un corps électrisé. Mais comme cette matiere affluente ne sort du corps présenté que par le côté qui est tourné vers le corps électrisé (2250), (voyez le vase C *fig.* 338.) l'effet est moindre que dans le cas précédent (2565), où l'accélération a lieu de tous les côtés. *Fig.* 338.

2567. L'expérience a constamment prouvé (2267) que *l'énergie de la vertu électrique est augmentée, dans les conducteurs, beaucoup plus par l'augmentation de surface, que par l'augmentation de masse* (2530). Cela doit être ainsi, d'après ce qu'a prouvé M. *Coulomb*, dans son *quatrieme Mémoire sur l'Electricité*, imprimé parmi ceux de l'Académie des Sciences, *année* 1786, *page* 67. Il a fait voir, par des expériences très-ingénieuses, que le fluide électrique se communique d'un corps à un autre, non pas en raison de la nature des corps, mais en raison de leurs surfaces, quand ces surfaces sont égales dans les deux corps: mais que, si ces surfaces sont inégales, le fluide se partage entre eux suivant un rapport moindre que celui des surfaces: de sorte que la surface du plus petit étant, par exemple, un quatorzieme de celle du

plus gros, sa quantité de fluide sera à peu près un onzieme de celle qui reste au plus gros. On voit, par-là, qu'il y a beaucoup à gagner, en augmentant plutôt la surface que la masse des conducteurs.

2568. On a aussi éprouvé par expérience (2267) qu'*à surfaces égales, plus le conducteur a de longueur, plus les effets qu'il produit sont grands* (2531). Cet effet vient sans doute de ce que, dans les différens conducteurs, dont les surfaces sont égales, le plus long est certainement terminé par une surface plus étroite ; la vertu électrique y est donc plus concentrée, comme cela arrive dans les aimans, dont les poles aboutissent à des parties menues (2168).

2569. On sait que *la vertu électrique se transmet à de très-grandes distances dans un temps très-court, par le moyen des conducteurs* (2532). Cela vient de ce que *le fluide électrique se meut avec une très-grande facilité dans tous les corps an-électriques* (2518) ou conducteurs.

2570. Les conducteurs terminés par une pointe fine, ne s'électrisent que foiblement : & ceux auxquels on présente, même d'assez loin, une pointe fine d'une substance an-électrique, ne donnent que de très-foibles signes d'électricité (2300, 2538). C'est-là ce que l'on appelle le *pouvoir des pointes*. Nous avons vu ci-dessus com-

ment M. *Francklin* (2412 *& suiv.*) & M. *Æpinus* (2496 *& suiv.*) rendent raison de ce phénomene. Voyons maintenant la raison qu'en donne M. l'Abbé *Nollet*. Ce que nous allons dire, est extrait de ses *Lettres sur l'Electricité, premiere Partie, Lettre VI.* On sait, dit-il, que la matiere électrique se meut avec plus de facilité dans les corps que l'on appelle *conducteurs*, que dans l'air même de notre athmosphere (2352). Ainsi, selon ce principe reconnu de tout le monde, que *les corps en mouvement se portent toujours vers l'endroit où ils éprouvent le moins de résistance*, la matiere électrique que l'on pousse, par l'action du globe, dans une barre de fer, doit s'y mouvoir le plus long-temps qu'elle peut; & n'en sortir que par les endroits les plus saillans, les plus avancés dans le milieu de plus grande résistance. Or ces endroits sont les angles & les pointes du conducteur : ainsi la matiere électrique, filant par-là de préférence, doit sortir moins abondamment & avec moins d'impétuosité par tous les autres points de la surface. Voilà pourquoi les signes d'électricité sont plus foibles dans les conducteurs terminés en pointe; & apparemment pourquoi ces conducteurs acquierent & gardent moins d'électricité que les autres : car la durée & l'intensité de cette vertu dépendent

principalement de ces émanations qui forment l'athmosphere électrique.

2571. Pour bien comprendre maintenant, continue M. l'Abbé *Nollet*, pourquoi la matiere électrique s'échappe plus aisément & plus promptement par les pointes des conducteurs, que par les autres parties de leur surface, il faut se ressouvenir que tout corps actuellement électrisé, est environné, non seulement de *ses propres émanations* (2355), qu'on a nommées *matiere effluente*, mais aussi d'*un fluide semblable qui tend à lui de toutes parts* (2356), & qu'on a appelé *matiere affluente*. Ces deux matieres, dont *les mouvemens sont contraires & simultanées* (2357), doivent nécessairement s'entrechoquer, & se faire quelque obstacle l'une à l'autre. La matiere effluente, qui débouche du corps électrisé, trouve donc deux résistances à vaincre; l'une de la part de l'air, *qui est un milieu peu perméable pour elle* (2352); & l'autre, de la part de la matiere affluente, qui la choque en sens contraire de son mouvement. S'il arrive donc qu'il y ait, à la surface de ce corps électrisé, un endroit vis-à-vis duquel cette matiere affluente n'ait que peu de mouvement, les effluences doivent se faire par-là avec plus de facilité, n'ayant presque plus à vaincre que la seule résistance de l'air : les autres effluences doivent donc diminuer par-tout ailleurs; car

il eſt naturel que la matiere électrique ſe porte de préférence à cet endroit, où elle peut ſortir avec plus de facilité.

2572. Or voilà préciſément ce qui doit arriver à un conducteur terminé par une pointe très-fine; car l'extrémité de cette pointe ſervant de canal à la matiere effluente, & ne préſentant que très-peu de pores ouverts pour la matiere affluente (*mais le reſte de la ſurface en préſente beaucoup*), celle-ci ne s'achemine qu'en fort petite quantité contre la premiere, & par conſéquent ne met preſque point d'obſtacle à ſon mouvement; ou du moins celui qu'elle met, n'eſt guere que celui d'un fluide en repos, qui reçoit le choc, mais qui ne l'augmente point en allant au devant. (*Ce raiſonnement n'eſt pas trop bon : car, ſuivant même* M. l'Abbé Nollet, *le fluide, qui débouche de cette pointe,* ſort ſous la forme d'aigrette épanouie (2353), *qui doit rencontrer les rayons de matiere affluente qui ſe porte au conducteur vers les points de ſa ſurface voiſins de la pointe : & ce fluide doit ſe porter au conducteur, ſuivant* M. l'Abbé Nollet, *avec d'autant plus de vîteſſe, qu'il en ſort davantage de la pointe : ce qui devroit, ſelon lui, continuer d'entretenir la vertu électrique, qu'il fait conſiſter en ce double courant* (2334). *Cette pointe ne devroit donc point occaſionner d'affoibliſſement dans les ſignes d'électricité*

*de ce conducteur.* ) Il n'en eſt pas de même, continue M. l'Abbé *Nollet*, ſi la pointe eſt groſſe & courte : l'aigrette qui ſort par cette pointe, ſe trouve plongée dans un courant de matiere affluente aſſez large pour faire obſtacle à une grande partie de ſes rayons (*Il en eſt de même, comme nous venons de le dire, de l'aigrette qui ſort de la pointe fine*) ; car les aigrettes des parties voiſines, ayant preſque autant d'avantage qu'elle pour ſortir, occaſionnent une affluence plus prompte, &, par conſéquent, une réparation & un remplacement de parties, qui rend l'électricité plus durable. (*Il ſemble, par ceci, que* M. l'Abbé Nollet *regarde les effluences de la pointe fine comme beaucoup moins abondantes que celle de la groſſe : le conducteur devroit donc moins perdre par la pointe fine. Si, comme le penſent les Phyſiciens, les effluences ſont plus abondantes par la pointe fine, cela devroit occaſionner, ſelon* M. l'Abbé Nollet, *une plus grande affluence*, qui devroit rendre l'électricité plus durable ; *ce qui eſt contre l'expérience.* )

2573. On peut de même, continue M. l'Abbé *Nollet*, rendre raiſon pourquoi un corps non électriſé & pointu, que l'on préſente à un corps actuellement électriſé, enleve l'électricité de ce dernier plus facilement & plus promptement que ne le feroit un corps mouſſe. Nous avons prouvé qu'un

qu'un corps non électrisé & pointu, par exemple, un poinçon de fer, qu'on présente par sa pointe au corps électrisé, fournit à ce dernier une matiere affluente. Cette matiere sort donc de la pointe du poinçon pour se porter au corps électrisé; &, par les raisons que nous venons de donner ci-dessus (2572), elle sort plus facilement par cette pointe que par tous les autres endroits de sa surface. Or plus cette matiere sort facilement par la pointe *a* (*fig.* 349.), moins elle fait d'effort pour sortir par la surface inclinée *a c*; & de là il arrive que les rayons *b*, *b*, de la matiere effluente du corps électrisé, qui trouvent beaucoup de résistance à passer dans l'air (2352), se plient vers cette surface, qui leur présente un milieu beaucoup plus perméable pour eux, & de laquelle il ne sort presque point de rayons affluens, qui les empêchent d'entrer. C'est-là vraisemblablement la raison pour laquelle un poinçon, présenté par sa pointe *a*, enleve plus aisément l'électricité d'un conducteur. Car lorsqu'on tourne le gros bout *d* (*fig.* 350.) du poinçon vers le corps électrisé, cette même matiere affluente, qui ne fournit qu'une fort petite aigrette à la pointe (*mais cette petite aigrette est, comme les grandes, composée de rayons divergens, & qui, quoiqu'invisibles, se portent même très-loin.*), s'épanouit bien davantage, en se tamisant par

*Fig.* 349.

*Fig.* 350.

une ſurface large ; & quoiqu'elle n'ait pas aſſez de vîteſſe pour s'enflammer, elle a une force ſuffiſante pour arrêter en partie les rayons effluens du corps électriſé, qui ſe préſentent pour enfiler le poinçon.

2574. Il paroît donc certain, dit M. l'Abbé *Nollet*, que ce que l'on nomme le *pouvoir des pointes*, n'appartient pas préciſément & uniquement aux pointes : les effets qu'elles produiſent, ſont auſſi très-redevables aux ſurfaces qui s'étendent d'un bout à l'autre du corps pointu. Car ces effets ſont toujours moins grands, lorſqu'on fait en ſorte que les rayons effluens du corps électriſé ne puiſſent pas arriver à ces ſurfaces. C'eſt ce qu'il eſt aiſé de faire, en les arrêtant par le moyen d'un carreau de verre de 9 ou 10 pouces de large, & percé au milieu d'un très-petit trou capable ſeulement de recevoir l'extrémité de la pointe qu'on y introduit. Le carreau de verre empêche alors que les rayons effluens du corps électriſé n'arrivent à la ſurface du corps pointu : & dans ce cas, les effets qu'on attribue aux pointes ſont toujours moins grands. (*Cela eſt exactement vrai : l'expérience eſt conſtante ; mais cela ne prouve pas que le corps pointu doive enlever par ſa longue ſurface le fluide effluent du corps électriſé ; car un gros corps mouſſe préſente auſſi beaucoup de ſurface perméable à ce fluide,*

*& cependant ne produit pas les effets d'une pointe fine.*)

2575. Cette explication n'eſt donc pas plus ſatisfaiſante que celles de MM. *Francklin* (2412 *& ſuiv.*) & *Æpinus* (2496 *& ſuiv.*). Il faudroit pouvoir en mettre une meilleure à leur place : j'avoue mon impuiſſance à cet égard : ces Meſſieurs, pour ſoutenir leur opinion, ont fait d'aſſez mauvais raiſonnemens ; j'aime mieux me taire, que de faire comme eux. Il me paroît très-difficile de rendre raiſon de ces ſinguliers phénomenes. J'ai encore obſervé d'autres faits qui ne font qu'augmenter la difficulté. Si l'on enveloppe la pointe qui termine le conducteur, d'un cylindre de métal, de maniere que l'extrémité de la pointe ſoit dans le plan du cercle que forme la circonférence de l'extrémité du cylindre, cette pointe eſt comme nulle ; elle ne produit aucun effet.

EXPÉRIENCE. J'ai placé une boule de métal non iſolée à 1 $\frac{1}{2}$ pouce de diſtance d'un conducteur électriſé & arrondi dans toutes ſes parties ; & la force de l'électricité étoit telle, que les étincelles ſe ſuccédoient aſſez rapidement. (Cette diſtance doit varier ſuivant l'intenſité de la force actuelle de l'électricité ; & elle doit être telle que, ſi elle étoit un peu plus grande, les étincelles n'éclateroient pas.) J'ai enſuite pré-

ſenté à ce conducteur, à 10 ou 12 pouces de diſtance, une pointe très-fine, celle d'une aiguille à coudre : ſur le champ les étincelles ont ceſſé de paroître. J'en ai préſenté une ſeconde à la même diſtance, de ſorte qu'il y en avoit deux à la fois : les étincelles ont reparu. Eſt-ce que les vertus de ces pointes ſe ſont mutuellement détruites ? Ce qu'une ſeule peut faire, ne devroit-il pas être plus sûrement produit par deux qui agiſſent enſemble ? Si ces pointes ont une force réelle (comme l'expérience ſemble le prouver), ne devroient-elles pas s'entr'aider, au lieu de ſe nuire? A ces deux pointes, en préſence deſquelles les étincelles continuoient d'éclater, j'en ai ajouté une troiſieme : auſſi-tôt les étincelles ont ceſſé. (Cet effet n'eſt pas conſtant : il m'a manqué quelquefois : le plus ſouvent il m'a réuſſi.) Eſt-ce que cela dépendroit du nombre impair ? Toutes queſtions auxquelles il eſt bien difficile de répondre.

2576. Quoique nous ignorions la cauſe du *pouvoir des pointes*, il n'en eſt pas moins réel : & je penſe, avec M. *Francklin*, qui en a eu la premiere idée (2300), qu'une pointe, élevée au deſſus d'un bâtiment, & communiquant avec la terre humide ou avec l'eau, peut diminuer beaucoup l'effet de la foudre. Ce ſont ces pointes, ainſi élevées, qu'on appelle *paratonnerres* (2300).

Mais, d'après les faits que je viens de citer (2575), je conseillerois toujours, en pareil cas, de n'élever qu'une pointe unique, & non pas plusieurs, sur le même bâtiment : d'autant plus que j'ai toujours observé que les conducteurs qui ne présentent qu'une pointe fine *g*, ou *h* (*fig.* 329.) au globe ou au plateau qui les électrise, reçoivent plus de vertu que ceux qui leur présentent une partie large, ou armée de plusieurs pointes. *Fig.* 329.

2577. *Le fluide électrique sort toujours, du corps électrisé dans l'air, sous la forme d'aigrettes composées de rayons divergens* (2512). Il arrive souvent que ces aigrettes deviennent lumineuses en s'enflammant : mais elles ne le deviennent que lorsque les rayons de matieres effluente & affluente ont assez d'activité, & une vîtesse respective assez grande pour que le choc des uns contre les autres puisse les enflammer : car cette inflammation est produite par ce choc. La preuve de cela, c'est que, si une barre de fer, par exemple, est trop foiblement électrique pour faire paroître à son extrémité ou à ses angles ces aigrettes lumineuses, on ne manquera pas de les faire naître en y présentant le plat de la main, ou tout autre corps an-électrique, *plus perméable à la matiere électrique* (2518) que l'air qui l'environne, & plus capable de lui fournir

une grande quantité de matiere affluente : car alors la matiere effluente de la barre électrisée, trouvant moins de résistance à pénétrer ce corps, qu'elle n'en trouve à passer dans l'air, s'y portera préférablement à tout autre endroit, & prendra plus d'activité & de vîtesse ; & la matiere affluente qui y abordera en plus grande quantité, & dont la vîtesse absolue sera augmentée, augmentera aussi la vîtesse respective des deux : de sorte que le choc de la premiere contre la derniere sera assez fort pour l'enflammer.

2578. Ces aigrettes enflammées sont toujours composées de rayons divergens entre eux quand elles passent dans l'air (2301, 2539). Ce qui fait prendre ainsi la forme d'aigrette à la matiere électrique qui sort d'un corps, de quelque maniere qu'il soit devenu électrique, c'est la résistance qu'éprouve cette matiere de la part de l'air, lequel étant idio-électrique ne s'en laisse que très-difficilement pénétrer (2518). Car si vous faites arriver ces aigrettes dans un espace vidé d'air, la divergence n'a plus lieu, comme nous l'avons prouvé ci-dessus (2301). En voici encore une autre preuve non moins satisfaisante. Je dis que l'aigrette qui sort de l'extrémité d'un conducteur électrisé, éprouve, de la part de l'air, une résistance qui est telle, que ce conducteur reculeroit, s'il étoit assez léger, & qu'il eût d'ailleurs assez

de liberté pour se mouvoir ; de même qu'un canon recule par la résistance que l'air oppose à la matiere enflammée qui en sort & qui le frappe plus vîte qu'il ne peut céder. Rendons donc ce conducteur assez léger & assez mobile pour cela. Que l'on prenne une aiguille à peu près semblable à une aiguille de boussole, & suspendue de même (2182), mais dont les deux extrémités soient courbées horizontalement en sens contraires. Si l'on électrise cette aiguille, en adaptant, par exemple, son pivot au conducteur, il paroîtra à chacune de ses extrémités une aigrette lumineuse, qui frappera l'air plus vîte qu'il ne peut céder ; ce qui obligera chaque extrémité à reculer. Mais comme l'aiguille est suspendue par son milieu, elle prendra un mouvement de rotation assez vif pour que les deux aigrettes fassent voir un cercle entier de lumiere ; de même qu'on voit un ruban de feu, en faisant tourner un charbon ardent avec un certain degré de vîtesse. Ce mouvement de rotation, imprimé à l'aiguille, ne peut certainement venir que de la résistance que l'air oppose aux rayons effluens de l'aiguille. Donc, &c.

2579. *Quand on approche, assez près d'un corps électrisé, un corps an-électrique, il éclate une étincelle entre les deux* (2302, 2540) ; c'est-à-dire, que, si à un corps électrisé, soit par

frottement, ſoit par communication, on préſente un corps de la nature de ceux qui ſont ſuſceptibles de s'électriſer *par communication* (2514), tels que du métal, un corps humide, un être vivant, &c. il éclate entre ces deux corps un trait de feu brillant, auquel on a donné le nom d'*étincelle*. Cette étincelle eſt produite par l'inflammation ſubite du fluide électrique ; & cette inflammation eſt cauſée par le choc & la colliſion mutuelle des rayons de la *matiere effluente qui ſort du corps électriſé* (2512), & de ceux de la *matiere affluente fournie par le corps an-électrique préſenté* (2520). La preuve de cela, c'eſt que, ſi l'on préſente au corps électriſé un des corps idio-électriques, tels que de la cire d'Eſpagne, du verre, &c. qui ne fourniſſent que peu ou point de cette matiere affluente, on n'appercevra entre ces deux corps aucune étincelle ; car alors il manquera un des deux courans de ce fluide néceſſaires pour l'inflammation.

2580. Ces étincelles cauſent une douleur plus ou moins forte aux êtres animés qui contribuent à les faire éclater. Cette douleur vient de ce que ces deux courans de matieres effluente & affluente, en ſe rencontrant & ſe choquant, ſe cauſent mutuellement un mouvement rétrograde, qui en fait rentrer une partie dans les corps dont ils ſont ſortis : mais cette matiere y rentre dilatée par

l'inflammation ; ce qui diftend les parties, & caufe la douleur qu'on reffent. Cela eft fi vrai, que, fi les deux perfonnes qui font l'expérience, tiennent chacune à la main un œuf crud, & qu'elles faffent éclater l'étincelle entre les deux, dans le moment que l'étincelle éclate, les deux œufs deviennent intérieurement tout lumineux.

2581. C'eft ce mouvement rétrograde dont nous venons de parler (2580), qui donne la faculté de *multiplier* à fon gré *ces étincelles par une fuite de conducteurs non contigus* (2303, 2541). Car lorfqu'il éclate une étincelle *h* (*fig.* 328.) entre le premier conducteur A B & le petit conducteur H, le fluide électrique, en rétrogradant, rentre en H, & va produire une autre étincelle en *i*; enfuite en *k*, en *l*, &c. en un mot, dans tous les endroits où les conducteurs ne fe touchent pas, pourvu que l'intervalle qui les fépare, ne foit pas trop grand (2303). Car chacun de ces petits conducteurs, H, I, K, L, fournit de la matiere affluente, qui va heurter la matiere effluente du conducteur qui le précede, duquel choc réfulte l'étincelle. *Fig.* 328.

2582. C'eft d'après ces connoiffances qu'on a conftruit des tableaux électriques, qui repréfentent de petites illuminations. Pour cela on prend une bande ou un carreau d'un verre un peu épais, fur lequel on colle de petits quarrés de ces

feuilles minces d'étain dont on ſe ſert pour mettre les glaces au tain. Il faut obſerver, en collant ces petits quarrés, de les oppoſer diagonalement
Fig. 352. entre eux, comme on le voit *figure* 352, & les placer fort près les uns des autres, ſans cependant qu'ils ſe touchent. Il faut de plus ajouter deux bandes des mêmes feuilles d'étain; l'une A pour tirer l'étincelle du conducteur électriſé, & l'autre B pour établir une communication avec la main de celui qui opere. Dès qu'on tire une étincelle avec la bande A, il en éclate autant qu'il y a d'intervalles qui ſéparent les petits quarrés. On ſait que le fluide électrique ſuit les conducteurs, non ſeulement en lignes droites, mais auſſi dans toutes ſortes de directions, ſoit que ces lignes ſoient courbes, ſoit qu'elles faſſent entre elles toutes ſortes d'angles. On peut donc, au moyen de ces tableaux, repréſenter toutes ſortes de deſſins. Mais il y a une obſervation à faire, lorſqu'il s'agit de figures fermées, comme
Fig. 353. un cercle, un quarré, une étoile (*fig.* 353.), & généralement de toute ligne rentrante ſur elle-même. Ces petites pieces de métal, qui deſſinent le tableau, forment enſemble un conducteur; & l'on ſait, par expérience, qu'un conducteur replié ne tire point d'étincelle de lui-même : il faut donc faire en ſorte, ſi l'on veut avoir en lumiere le deſſin de la figure entiere, que ce deſſin ne forme qu'une ſeule ligne, repliée autant

de fois qu'on voudra, dont une extrémité tire l'étincelle du conducteur électrisé, & dont l'autre extrémité communique à la main de celui qui fait l'expérience. Ainsi pour représenter, par exemple, une étoile, on placera une partie CDEFGHIKLMN sur une des faces du verre, & l'autre partie OPC sur l'autre face, que je suppose ici être l'inférieure. On ajoutera sur la face supérieure la piece AC, qui servira à tirer l'étincelle, & la piece de communication NO, qui, en se repliant sur l'autre face, ira communiquer à la partie OPC de la figure, laquelle partie communiquera elle-même avec la main par la piece CB placée sur la face inférieure. Moyennant cela, le feu électrique arrivera du conducteur à la main, en passant par tous les replis de la figure : & la transparence du verre permettra de voir la figure entiere, quoiqu'il n'y en ait qu'une partie dessinée sur chaque face.

2583. L'*étincelle qui éclate entre deux corps, est capable d'enflammer des matieres combustibles* (2304, 2542). Nous avons dit que *la matiere électrique est la même que celle de la chaleur* (2511) : or toutes les fois que cette matiere s'enflamme, elle est capable d'embraser les corps qui en sont susceptibles; car en les pénétrant & en en écartant les parties, elle les dispose à se combiner avec l'oxigène (1111); & c'est dans cette

combinaiſon que conſiſte l'embraſement (653).
Mais pour que cet embraſement ait lieu, il faut que l'étincelle éclate; ce qui ne peut pas arriver, ſi l'un des deux corps entre leſquels elle doit éclater, eſt idio-électrique & non frotté (2579): par exemple, ſi l'on veut enflammer de l'eſprit-de-vin, & qu'on le tienne dans une cuiller de verre, ou qu'on lui préſente un bâton de cire d'Eſpagne, il n'y aura ni étincelle ni embraſement.

2584. *Si l'on électriſe fortement par communication un corps idio-électrique, qui touche d'une part au conducteur iſolé par lequel il s'électriſe, & d'autre part à une perſonne qui aille tirer une étincelle de ce conducteur, cette perſonne éprouve dans l'inſtant une violente commotion.* C'eſt-là ce qu'on appelle l'*Expérience de Leyde* (2305, 2543). Nous avons vu ci-deſſus comment on rend raiſon de cette expérience par la théorie de M. *Francklin* (2417 *& ſuiv.*), ainſi que par celle de M. *Æpinus* (2500 *& ſuiv.*). Nous allons voir maintenant quel parti M. l'Abbé *Nollet* tire de ſa théorie pour rendre raiſon de cette commotion.

2585. Si l'on tient, dit-il, dans une main un vaſe de verre mince, par exemple, une bouteille
Fig. 327. F (*fig.* 327.) en partie pleine d'eau, dans laquelle ſoit plongé le bout d'une verge de métal élec-

trisée D B A, & qu'on approche l'autre main de cette verge pour exciter une étincelle E, on sent une violente & subite commotion dans les deux bras, & souvent même dans la poitrine, dans les entrailles, & généralement dans toutes les parties du corps. M. l'Abbé *Nollet* pense que tous les corps sont intimement pénétrés de la matiere électrique (2339), & c'est assez le sentiment de tous les Physiciens : voici, en conséquence, son raisonnement. Si, un tonneau étant plein d'eau, la liqueur qui le remplit étoit frappée par quelque endroit, il est certain que le choc seroit reparti à toute la masse liquide, & que tous les points de la surface intérieure du vaisseau s'en ressentiroient : il est encore certain que si la liqueur, au lieu d'un seul choc, en recevoit en même temps deux par des parties opposées, la commotion générale, dont on vient de parler, en seroit plus forte. Regardons maintenant l'homme qui fait l'*expérience de Leyde* comme un vaisseau rempli de matiere électrique. Cette matiere, dont il est intimement pénétré, se trouve frappée & répercutée tout à la fois par deux côtés opposés, dans le moment qu'il excite l'étincelle ; savoir, d'une part par le courant de matiere qui sort du vase de verre F & se porte à la main qui le tient, & d'autre part par le courant de matiere qui se porte de la verge de

métal électrisée BA à l'autre main E qui y excite une étincelle. Ce sont ces deux répercussions simultanées qui occasionnent la violente commotion qu'on ressent dans cette expérience. ( Ce n'est donc point, à son avis, un fluide transporté d'une surface à l'autre. )

2586. Il est aisé de se convaincre de cette double répercussion. On sait que la matiere électrique devient lumineuse quand elle est choquée (2577, 2579). Que l'on fasse donc entrer dans l'expérience des corps diaphanes, & la commotion s'y rendra sensible par une lumiere interne. Ainsi, au lieu d'une seule personne, qu'on en emploie deux, dont l'une tienne le vase rempli d'eau, tandis que l'autre excite l'étincelle, & qu'on leur fasse tenir à chacune, par un bout, un tube de verre rempli d'eau : lorsque l'explosion se fera, & que les deux corps animés ressentiront la secousse, le tube intermédiaire qui les unit, brillera d'un éclat de lumiere aussi subit & d'aussi peu de durée que le coup qui frappe les deux personnes appliquées à cette épreuve. (*Mais la translation du fluide, d'une surface à l'autre, exciteroit aussi de la lumiere.*) N'est-il pas tout-à-fait probable qu'on verroit en nous la même chose, si nous étions transparens comme le verre & l'eau ?

2587. Pour que cette expérience réussisse, il

Fig. 325.

Fig. 328.

Fig. 326.

Fig. 327.

Echelle de six Pieds

6 5 4 3 2 1

Benard Direxit.

n'eſt pas néceſſaire d'employer un vaiſſeau creux, ni d'y mettre de l'eau : un carreau de verre, garni de part & d'autre de quelque métal, peut être mis en place de la bouteille ; mais alors il faut laiſſer à l'une & à l'autre ſurface, deux pouces de bords qui ne ſoient point garnis. (*Voyez la fig.* 351.), où le carreau de verre A eſt placé ſur une platine de métal qui communique au conducteur par la chaîne B, laquelle platine eſt iſolée ſur un gâteau de réſine G, & fait par conſéquent partie du conducteur. L'on établit ici la communication entre la ſurface ſupérieure du carreau de verre & la chaîne B qui vient du conducteur, par le moyen de l'arc de fer E C D; ce qui donne lieu à l'exploſion. (*La commotion eſt, dans ce cas-là, trop violente pour eſſayer de ſervir ſoi-même de piece de communication; car, en faiſant l'expérience avec cet appareil, on a tué des animaux, même aſſez gros.*) C'eſt un appareil ſemblable, auquel M. *Francklin* avoit ajuſté un portrait du Roi George, qu'on a appelé *Tableau magique de Francklin.* La maniere dont M. *Jallabert* a rendu raiſon de cette commotion, reſſemble beaucoup à celle de M. l'*Abbé Nollet.* Quant à M. *Dufay*, il ne l'a jamais connue. Fig. 351.

2588. Parmi les différentes opinions ſur cette fameuſe expérience, laquelle eſt la bonne? Cela eſt bien difficile à décider. Chacune paroît ap-

puyée ſur des faits qui ſemblent lui être favorables : il y en a ſur-tout qui paroiſſent prouver la bonté des deux opinions les plus oppoſées ; ſavoir, de celle de M. l'*Abbé Nollet*, & de celle de M. *Francklin* : les autres ne paroiſſent être, en quelque façon, que des émanations de ces deux-là.

2589. Les deux courans oppoſés que ſoutient M. l'*Abbé Nollet*, & qui ſont ſi bien prouvés (2283) dans les autres phénomenes électriques, ne le ſont pas moins dans celui-ci par l'expérience que voici :

Expérience. Dans un cahier de papier de 12 ou 18 feuilles, plus ou moins, mettez trois lames minces de cet étain dont on ſe ſert pour étamer les glaces ; ſavoir, une au milieu, & une de chaque côté, après la premiere ou ſeconde feuille : faites paſſer la commotion au travers de l'épaiſſeur de ce cahier ainſi garni. Vous trouverez, ſi la commotion n'eſt pas trop forte, les deux lames d'étain extérieures percées ; & celle du milieu ne le ſera pas : & le plus ſouvent les deux trous ne ſont pas vis-à-vis l'un de l'autre. On conçoit aiſément qu'il eſt impoſſible qu'un ſeul courant produiſe cet effet.

2590. Le courant unique que ſoutient M. *Francklin*, ainſi que l'une des ſurfaces de la bouteille ſurchargée de matiere électrique, tandis que l'autre en eſt dénuée (2306, 2544), paroiſſent auſſi

aussi bien prouvés par l'expérience suivante, qui m'a été indiquée par M. *Deparcieux*.

Expérience. Chargez une bouteille par son crochet, de maniere que le conducteur qui l'électrise communique à la surface intérieure : ôtez ensuite son crochet avec un bâton de cire d'Espagne, afin de ne lui rien faire perdre de son électricité : mettez cette bouteille sur la platine de la machine pneumatique couverte d'un récipient, & y faites le vide. Si vous opérez dans l'obscurité, vous verrez le feu électrique sortir abondamment du goulot de la bouteille, & se diviser en jets, dont plusieurs se courbent pour se porter à la panse. Répétez l'expérience, avec cette différence que vous chargerez la bouteille par la panse : alors vous verrez le feu électrique sortir de la panse, s'élancer en jets, dont plusieurs se courbent pour entrer dans le goulot de la bouteille. Cela ne prouve-t-il pas que la surface qu'on a fait communiquer avec le conducteur isolé, est surchargée de feu électrique, tandis que l'autre en a moins qu'il ne lui en faut?

2591. Il ne paroît pas qu'il soit absolument nécessaire, comme cependant on le prétend, de mettre un corps conducteur ou an-électrique dans l'intérieur de la bouteille : car si, au lieu d'eau ou de limaille de fer ou de cuivre, on y met du verre pilé ou concassé, l'expérience réussit très-

bien ; & la commotion eſt même aſſez forte. Si l'on n'y met rien du tout, & que de plus on la vide d'air, l'expérience réuſſit encore. Voilà pourquoi j'ai dit (2306, 2545) que, pour que cette expérience réuſſiſſe, il ſuffit, en général, qu'*une portion de chacune de ſes ſurfaces ne ſoit pas en contact immédiat avec l'air.*

2592. Ces faits, dont pluſieurs paroiſſent ſe contredire, ne font qu'augmenter la difficulté, lorſqu'il s'agit de rendre raiſon de l'expérience de Leyde. Si nous voulons être de bonne foi, nous avouerons ingénument que nous ne ſommes pas encore aſſez inſtruits ſur cette merveilleuſe bouteille, pour bien rendre raiſon de la commotion qu'elle cauſe.

2593. Il eſt certain, contre l'opinion de M. *Æpinus* (2508), que la vertu de la bouteille *réſide principalement dans le corps idio-électrique* (2545), dans le verre, & non pas dans ſes garnitures. En voici la preuve. Prenez une bouteille A non garnié ; rempliſſez-la d'eau environ à moitié ; chargez-la par ſon crochet, en la tenant à la main, ou en la poſant ſur des corps an-électriques, de maniere qu'elle ne ſoit pas iſolée. L'eau ſera ſa garniture intérieure ; la main qui la tient, ou le corps an-électrique ſur lequel vous la poſez, ſera ſa garniture extérieure. Cela fait, ôtez ſon crochet avec un bâton de cire d'Eſpagne ; videz

l'eau qu'elle contient dans une autre bouteille B non électrisée, en vous servant d'un entonnoir de verre; & posez cette bouteille vide A sur un support de verre, afin qu'elle perde le moins de vertu qu'il sera possible : ensuite mettez-y de nouvelle eau, & y ajoutez son crochet, elle donnera la commotion. Donc la vertu réside dans le verre. Si vous mettez un crochet à la bouteille B, dans laquelle vous avez mis l'eau de la bouteille A, & que vous essayiez de faire l'expérience, elle ne réussira pas; tout au plus vous aurez une très-foible étincelle. Donc la principale vertu ne réside pas dans les garnitures.

2594. Il semble que le fluide électrique porte avec lui quelque chose d'acide, ou qu'il s'en forme pendant qu'il est en action; car il fait cristalliser les alkalis.

EXPÉRIENCE. Mettez un peu d'alkali en liqueur dans une bouteille; & la remuez dans tous les sens, afin d'en enduire ses parois intérieures : plongez-y un fil de métal qui communique avec le principal conducteur; & électrisez cette bouteille pendant cinq ou six heures. Quelques jours après vous trouverez ce sel cristallisé en belles aiguilles, qui auront jusqu'à 7 à 8 lignes de long.

2595. Il paroît aussi qu'il y a une véritable analogie entre le fluide électrique & le fluide

magnétique; car le premier aimante le fer & l'acier comme le fait le ſecond.

EXPÉRIENCE. Faites en ſorte qu'une aiguille de bouſſole, qui n'ait jamais été aimantée, faſſe partie des pieces qui ſervent de communication entre les ſurfaces extérieure & intérieure d'une bouteille de Leyde. Si-tôt qu'au moyen de ces pieces de communication vous aurez fait éclater l'étincelle, & que vous aurez par-là fait paſſer la commotion d'un bout à l'autre de l'aiguille, cette aiguille ſe trouvera aimantée; elle aura des poles, comme vous pourrez vous en aſſurer, en la plaçant ſur ſon pivot : car elle ſe dirigera comme les autres aiguilles de bouſſole; elle attirera ou repouſſera une autre aiguille, ſuivant qu'on la lui préſentera par le pole de différent ou de même nom. Il ſuffit même, pour aimanter une pareille aiguille, de l'électriſer à la maniere d'un conducteur : j'en ai pluſieurs de cette eſpece qui n'ont jamais été aimantées autrement.

2596. De même qu'on a imaginé des thermometres pour déſigner les différens degrés de chaleur des corps; de même auſſi on a cherché à ſe procurer des *électrometres*, pour déſigner les différens degrés de la vertu électrique. Un inſtrument qui mériteroit ce nom, ſeroit celui qui

ſeroit propre, non ſeulement à nous indiquer ſi un corps eſt actuellement électrique, mais de combien il l'eſt plus qu'un autre auquel on le compare, ou plus qu'il ne l'a été lui-même dans un autre temps, ou dans des circonſtances différentes : en un mot, ce ſeroit celui qui ſeroit propre à nous apprendre quel eſt le degré abſolu de l'électricité d'un corps. Mais on n'eſt point encore parvenu à ſe procurer un pareil inſtrument. On en a cependant imaginé pluſieurs, dont les uns ſont très-ſimples, & les autres plus compliqués, & en même temps fort ingénieux. Celui de M. l'Abbé *Nollet* eſt un ſimple fil poſé ſur le conducteur, & dont les deux bouts s'écartent plus ou moins, ſuivant le degré actuel d'activité de la vertu électrique. Cet électrometre n'apprend pas grand'choſe. Celui de M. *Waitz* (*Traité de l'Electricité & de ſes cauſes, de* M. Waitz, §. 180 *& ſuiv.*) reſſemble beaucoup à ce dernier : ce ſont deux lames de métal ſemblables, longues de 6 pouces, peſant chacune 3 onces, ſuſpendues à deux fils de ſoie d'égales longueurs, & pendant librement aſſez près l'une de l'autre pour ſe toucher, avant qu'on les électriſe. Si l'on approche au deſſous, & fort près de ces deux lames, un corps électriſé, elles s'écartent l'une de l'autre en décrivant deux petits arcs de cercle ; & leur écartement eſt d'autant plus grand, que le degré

d'électricité qu'on leur communique, est lui-même plus considérable. Celui qu'ont imaginé MM. *le Comte d'Arcy* & *Le Roy*, est beaucoup plus compliqué, & fort ingénieux; mais, de même que les autres, il ne fait connoître que les degrés relatifs. On en trouvera la description & l'usage dans les *Mémoires de l'Acad. des Scienc. année* 1747, *page* 130.

2597. M. *Volta* a imaginé un autre instrument, dont on fait aujourd'hui beaucoup d'usage, & auquel il a donné le nom d'*électrophore*, parce qu'il conserve, pendant un temps très-long, l'électricité qu'on lui a communiquée. Cet instrument est composé de deux plaques rondes de métal, dont l'une est enduite, d'un côté seulement, d'une couche de matiere résineuse; & l'autre est attachée à des cordons de soie ou à une tige de verre, au moyen desquels on peut l'isoler. Si l'on frotte avec la main seche, ou mieux encore avec une peau de lievre du côté du poil, la couche de résine qui est sur la plaque de métal; qu'on pose dessus cette couche de résine l'autre plaque de métal en la touchant avec la main; & que tout de suite on l'enleve au moyen des cordons de soie ou de la tige de verre, on en tire une étincelle en y présentant la main. Si l'on met de nouveau cette plaque de métal sur la couche de résine en la touchant

Fig. 329.

Fig. 330.

Benard Direxit

encore, & qu'on l'enleve, comme la premiere fois, on en tire une nouvelle étincelle : & l'on peut ainſi recommencer 100 ou 200 fois, ou même davantage. Si on laiſſe cette plaque de métal ſur la couche de réſine, dans un endroit quelconque, mais hors de portée de l'humidité, pluſieurs mois après on y trouvera encore des ſignes d'électricité, ſans qu'il ſoit beſoin de nouveaux frottemens.

2598. La conſtruction de cet inſtrument paroît fondée ſur une expérience qu'a faite M. l'Abbé *Nollet*, & que voici. Il a formé un cône de cire d'Eſpagne, en le moulant dans un verre à boire un peu chauffé & légérement enduit d'huile intérieurement : quand ce cône a été refroidi & détaché de ſon moule, il l'a électriſé en le frottant avec la main ; & l'a enſuite couvert avec le verre dans lequel il avoit été moulé. Il l'a laiſſé, ſans y toucher, pendant 8 ou 9 mois ; au bout duquel temps il lui a encore trouvé des ſignes d'électricité.

### *Analogie entre les effets du Tonnerre & ceux de l'Electricité.*

2599. On eſt certain aujourd'hui que la cauſe qui produit les effets du tonnerre, eſt la même que celle qui produit les effets électriques. On

remarque, entre ces effets, une si grande ressemblance (à la grandeur près) qu'on est autorisé à croire que le tonnerre est lui-même une grande électricité, qui s'excite naturellement, & qui regne, du moins en certains temps, dans une partie de l'athmosphere terrestre. Je dis, *du moins en certains temps*; car je suis bien porté à croire qu'elle y regne continuellement, mais le plus souvent d'une maniere trop foible, pour pouvoir devenir sensible pour nous, à moins qu'elle ne soit plus fortement excitée par quelques circonstances favorables.

2600. Le premier qui ait remarqué cette analogie, est M. *Gray*, comme le prouve la maniere dont il s'explique, sur la ressemblance du feu électrique avec celui du tonnerre & des éclairs, à la fin d'une lettre écrite à Milord *Mortimer*, datée de la Chartreuse, du 28 Janvier 1734. Cette lettre se trouve dans les *Transactions Philosophiques*, *N°*. 436, *page* 24. Après avoir parlé de plusieurs expériences d'électricité, il continue en ces termes: » Nous voyons par ces » expériences, qu'on peut produire par l'électricité » une flamme de feu avec une explosion & une » ébullition de l'eau froide; & quoique ces effets » ne soient à présent que *in minimis*, il est très- » probable qu'avec le temps on trouvera un moyen » de rassembler une plus grande quantité d'élec-

» tricité, & conféquemment d'augmenter la force » de ce feu électrique, qui, par plufieurs expé» riences (*fi licet magnis componere parva*), » paroît être de la même nature que celui du » tonnerre & des éclairs «. En 1748, M. l'Abbé *Nollet* (*Leçons de Phyfique*, *tome IV*, *p.* 314) apperçut cette même analogie, & la préfenta comme une chofe du moins très-probable : en effet, qu'eft-ce qui reffemble plus à un coup de foudre que la commotion électrique ? Dans les animaux tués par l'un ou par l'autre, on remarque les mêmes caufes de mort. Enfin, en 1752, parut un Ouvrage de M. *Francklin*, dans lequel il affura la réalité de cette analogie, quoiqu'il n'en eût pas encore fait l'expérience. Son affertion fut enfuite convertie en certitude, le 10 Mai 1752, par la fameufe expérience de Marly-la-Ville, qui a été depuis tant de fois répétée avec fuccès, qu'il n'y a plus lieu d'en douter. Il réfulte de cette expérience, que tous les corps an-électriques, convenablement ifolés, & préfentés fous les nuages orageux, acquierent la vertu électrique : ce qui prouve très-clairement que la matiere du tonnerre eft de la même nature que celle de l'électricité.

2601. Il eft donc bien prouvé maintenant, 1°. qu'en temps d'orage principalement, il regne une électricité naturelle dans l'athmofphere : 2°.

quelquefois même lorſqu'il n'y a ni orage ni nuages : 3°. qu'alors tous les corps an-électriques, pointus ou non, élevés ou couchés, s'électriſent, s'ils ſont iſolés : 4°. que cette électricité ſe fait plus fortement ſentir dans les lieux élevés que dans les lieux bas ; parce que, dans les premiers, les corps ſont plus près des nuages électriſans.

2602. Nous devons donc regarder la nuée qui porte le tonnerre, comme un grand corps électriſé. Mais comment cette nuée acquiert-elle la vertu électrique ? On ſait que cette vertu s'excite dans les corps de deux façons ; par frottement dans les uns, & par communication dans les autres (2239). Si-tôt que les premiers ſont une fois électriſés par frottement, ils communiquent leur vertu aux autres qui en ſont ſuſceptibles, & qui, étant iſolés, ſe trouvent à une diſtance convenable. Or l'air eſt un corps idio-électrique : nous penſons donc que, ſur-tout dans le temps d'orage, où il eſt aſſez ordinaire de voir les vents, ainſi que les nuages, aller en ſens contraire les uns des autres, une partie de l'athmoſphere gliſſant ſur l'autre, l'air s'électriſe en ſe frottant contre lui-même, ou contre les objets terreſtres qu'il rencontre en paſſant, ou contre les nuages, qui y flottent avec des vîteſſes & dans des directions différentes : & qu'il communique

enſuite ſon électricité à la nuée dont il eſt chargé. Il eſt même très-probable que les ſubſtances inflammables, qui s'élevent & s'accumulent dans la région des nuages, contribuent à la grandeur des effets (849), non ſeulement par elles-mêmes, mais peut-être encore ſoit par la matiere électrique qu'elles portent avec elles, ſoit en formant avec les vapeurs aqueuſes un fluide mixte, plus ſuſceptible d'une grande électriſation. Ce qui le fait croire, c'eſt que les orages ſont plus grands & plus fréquens dans les temps & dans les lieux, où nous avons des raiſons de penſer que ces exhalaiſons ſont répandues en plus grande abondance dans l'athmoſphere, comme dans les ſaiſons & dans les climats chauds; ainſi que dans les endroits où le terrein eſt rempli de ſubſtances capables de fournir une grande quantité de ces exhalaiſons.

2603. La nuée doit donc être alors conſidérée comme un conducteur d'un grand volume, actuellement iſolé & électriſé : & elle doit faire, mais en grand & avec toute l'intenſité qu'exige la grandeur du phénomene; elle doit faire, dis-je, vis-à-vis des corps an-électriques qu'elle rencontre, ce que font nos conducteurs ordinaires à l'égard de ceux qu'on leur préſente. Elle doit électriſer par communication ceux qui ſont convenablement iſolés : elle doit cauſer aux autres

des percuſſions violentes, des commotions, des inflammations, &c. Si donc une pareille nuée en rencontre une autre qui ne ſoit pas électriſée, ou qui le ſoit moins fort qu'elle, ce qu'on appelle *électriſée en moins* (2563), la matiere électrique qu'elle lance de toutes parts, ſe porte de préférence vers cette nuée (2518); & dans le même temps cette derniere fournit une matiere ſemblable à la nuée électriſée (2520). Ces deux courans de matiere, en ſe choquant l'un l'autre, s'enflamment (2579) : voilà l'*éclair* qui nous éblouit. Mais ce choc cauſe une répercuſſion & un mouvement rétrograde qui contraint chacun de ces courans à rentrer précipitamment dans le corps d'où il ſortoit (2580) : de-là naît le bruit éclatant & redoublé que nous entendons ; de même qu'on ne manque pas d'en entendre toutes les fois qu'on oblige un fluide à en pénétrer un autre avec vivacité : voilà le bruit du *tonnerre*. Si cette nuée électriſée, au lieu d'étinceler vis-à-vis d'une autre nuée, étincelle vis-à-vis d'un objet terreſtre, qui s'en trouve à une diſtance convenable ; voilà la *foudre* qui éclate. La foudre n'eſt donc autre choſe que l'éclair, n'eſt autre choſe que la matiere électrique, qui s'enflamme par le choc de ſes propres rayons, entre un nuage & un corps terreſtre. Et cette matiere ainſi choquée & répercutée, jouiſſant dans tous

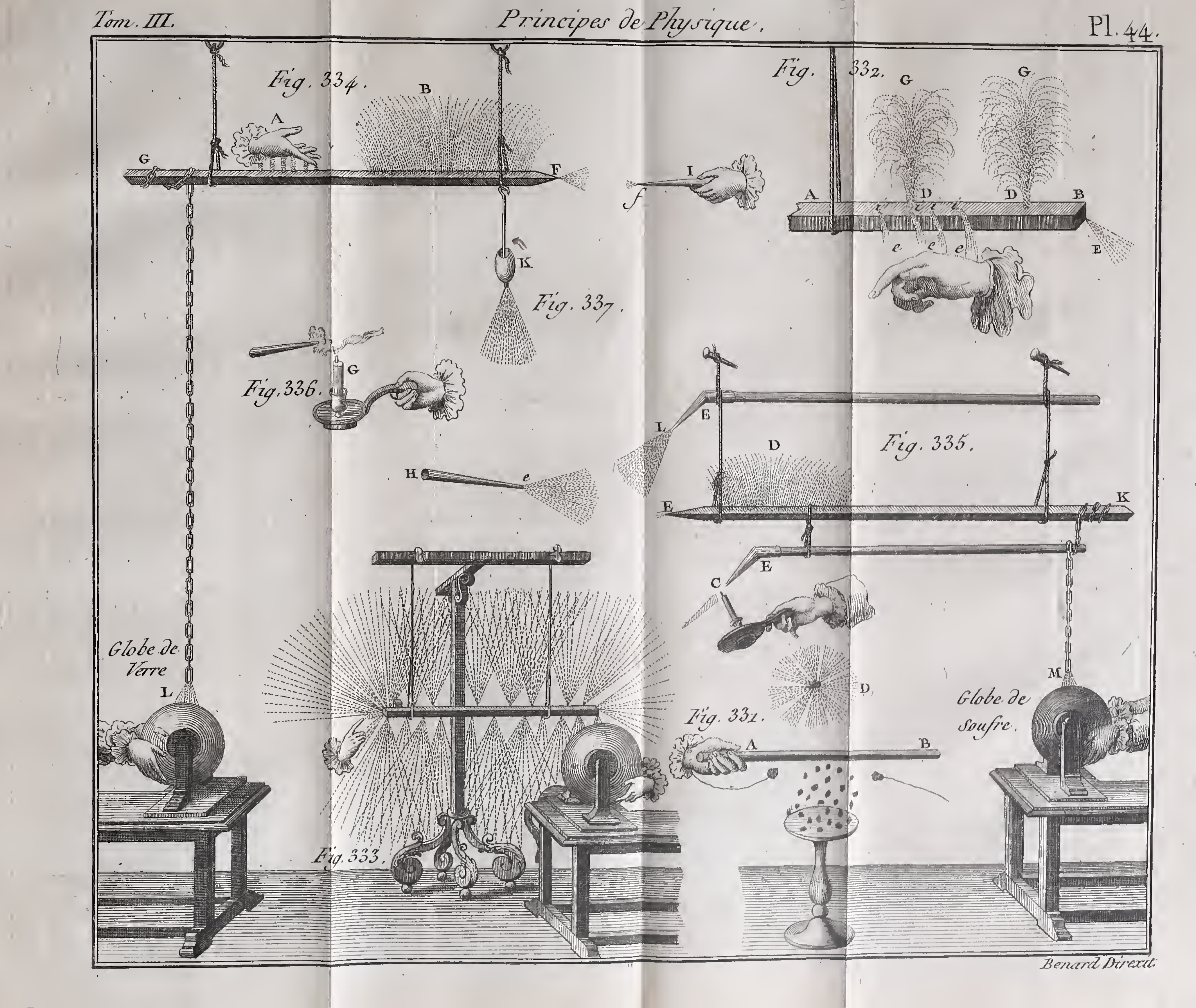
les corps d'une contiguité presque parfaite (1547), est capable de frapper, de rompre, de fondre, de calciner les corps les plus durs, & d'enflammer les corps combustibles. Et plus les corps terrestres seront capables de fournir une grande quantité de cette matiere qui produit la foudre, plus ils seront susceptibles d'être foudroyés : voilà pourquoi les corps vraiment an-électriques (2559) sont plus souvent foudroyés que les autres. Ainsi les animaux, les arbres verds, les bâtimens dont les sommités sont garnies de métal, y sont très-sujets.

2604. Quelques Physiciens, entre autres M. *Maffei*, (*della formazione de' Fulmini, trattato del Sig. Marchese Scipione Maffei, &c.*) ont prétendu que la foudre ne venoit jamais des nuages, mais toujours des corps terrestres : d'autres ont cru qu'elle venoit toujours des nuages, & jamais des corps terrestres : d'autres enfin pensent qu'elle vient tantôt des uns, tantôt des autres. En effet, on la voit quelquefois partir de la terre, pour s'élancer en l'air ; & plus souvent encore on la voit sortir du nuage, & se porter vers la terre. Mais le vrai est que la foudre proprement dite, celle qui frappe les objets terrestres vient toujours tout à la fois & des nuages & des corps terrestres : car, suivant ce que nous venons de dire (2603), la foudre ne peut éclater que par le choc de deux courans

de matiere, l'un qui vient du nuage électrisé, & l'autre qui sort du corps foudroyé.

2605. Il y a cependant des éclairs qui paroissent éclater sans le concours de ces deux courans, quoiqu'ils y soient réellement ; mais ils sont bien différens de ceux qui annoncent la foudre : ce ne sont, pour ainsi dire, que des lumieres diffuses, & qui se passent souvent sans bruit. Ceux-ci ressemblent beaucoup plus aux aigrettes lumineuses & spontanées (2577) qu'on apperçoit aux extrémités & aux angles d'un conducteur isolé & électrisé, & dans lesquelles on peut plonger le doigt sans ressentir aucune douleur, qu'ils ne ressemblent aux étincelles qui éclatent entre le conducteur & le doigt qui s'en approche & qui ne manque guere de ressentir une piqûre vive, & quelquefois une violente commotion.

*2606. Pour se convaincre de plus en plus que le tonnerre n'est autre chose qu'une grande électricité, il suffit de comparer les effets de l'un avec les effets de l'autre. Cette comparaison fera voir que tous ces effets sont les mêmes quant au fond, quoiqu'il y ait des uns aux autres une différence énorme par rapport à la grandeur & à l'intensité. Ces lumieres diffuses (2605) qu'on apperçoit quelquefois vers l'horizon à la fin des belles journées d'été, & qu'on appelle *éclairs de chaleur*, sont nos *aigrettes*. Ces éclairs vifs & brillans, qui écla-




Benard Direxit.

rent entre deux nuages, font nos *étincelles* : & de même que nos étincelles électriques n'ont jamais lieu fans bruit, ces éclairs en font un, mais énormément plus grand ; & c'eft le *bruit du tonnerre*. Si ces feux éclatent entre un nuage & un corps terreftre, voilà la *foudre*. On voit que le feu du tonnerre va en zigzags, fans doute pour atteindre les corps les plus propres à le faire fulminer, comme le feu électrique fe porte de préférence fur un corps an-électrique ou conducteur. Le tonnerre tue des animaux, fans qu'il paroiffe en eux aucune caufe de mort : il fond des métaux ou les réduit à l'état d'oxides ; mais jamais il ne les revivifie, comme l'a prétendu M. le *Comte de Milly*. (Voyez les *Mém. de l'Acad. des Scienc. année* 1775, *page* 243) : il perce ou rompt les corps les plus durs : il embrafe les corps combuftibles. L'électricité produit, en petit, tous ces effets. On tue un animal en lui donnant la commotion électrique ; & l'on ne remarque en lui aucune caufe apparente de mort. On fond des bouts de fil de fer, même affez longs, par une pareille commotion : j'ai une fois trouvé mon arc conducteur foudé à la plaque de ma batterie (2273). On réduit, encore par cette commotion, l'or en poudre rouge, femblable au *précipité de Caffius*. On perce un gros carton de 4 ou 5 lignes d'épaiffeur, en faifant paffer la

commotion au travers. Par une forte étincelle électrique, on embrase la poudre à canon : par une étincelle beaucoup plus foible, on met le feu à l'esprit de vin (2304) : par une étincelle encore beaucoup plus petite, on enflamme le gas hydrogène (845). Tous ces effets ressemblent en petit aux effets effrayans du tonnerre.

2607. On peut aussi produire les phénomenes électriques en empruntant la vertu électrique d'un nuage orageux, au lieu de l'emprunter d'un globe ou d'un plateau frotté. Pour cela, il ne faut qu'isoler convenablement un conducteur sous le nuage orageux (2600) : & pour avoir de plus grands effets, on approche du nuage, le plus qu'il est possible, une des extrémités du conducteur, en l'élevant par le moyen d'un cerf-volant; comme M. *Francklin* l'a fait le premier, vers la fin de l'année 1752. M. *de Romas*, Assesseur du Présidial de Nérac, a aussi fait cette expérience, pour la premiere fois, le 14 Mai 1753; & l'a ensuite répétée un grand nombre de fois. Il paroît que c'est lui qui a obtenu les phénomenes les plus saillans, suivant le détail qu'il en a donné dans deux Mémoires imprimés parmi ceux des Savans Etrangers. (Voyez *Mém. des Sav. Etrang. Tome II*, *page* 393; *& Tome IV*, *page* 514.). Il assure avoir obtenu des jets de feu de 9 à 10 pieds de long. Pour ne pas s'exposer

aux

aux funestes effets de ces terribles étincelles, il les excitoit avec un instrument qu'il a appelé *excitateur*, qui est composé d'un tube de verre de trois ou quatre pieds de long, garni, à l'extrémité qu'on présente au conducteur, d'une virole de métal, à laquelle est attachée une chaîne qui touche la terre. Le fluide électrique va, moyennant cette chaîne, se porter au réservoir commun; & n'attaque, en aucune façon, la personne qui fait l'expérience.

## *Aurores boréales.*

2608. Les aurores boréales ne paroissent être autre chose que des phénomenes électriques. La plupart des Physiciens modernes pensent que l'aurore boréale est produite par l'inflammation de la matiere électrique, que tout le monde convient être en très-grande quantité dans tous les corps, & même dans l'air, & que l'on connoît capable de s'enflammer par le plus petit choc (2579). Ont-ils raison? c'est ce que je n'oserois décider, quoique je sois très-porté à être de leur avis.

2609. On a observé que l'aurore boréale fait varier sensiblement la direction de l'aiguille aimantée: mais le fluide électrique influe sur la vertu magnétique, puisqu'il aimante le fer & l'acier

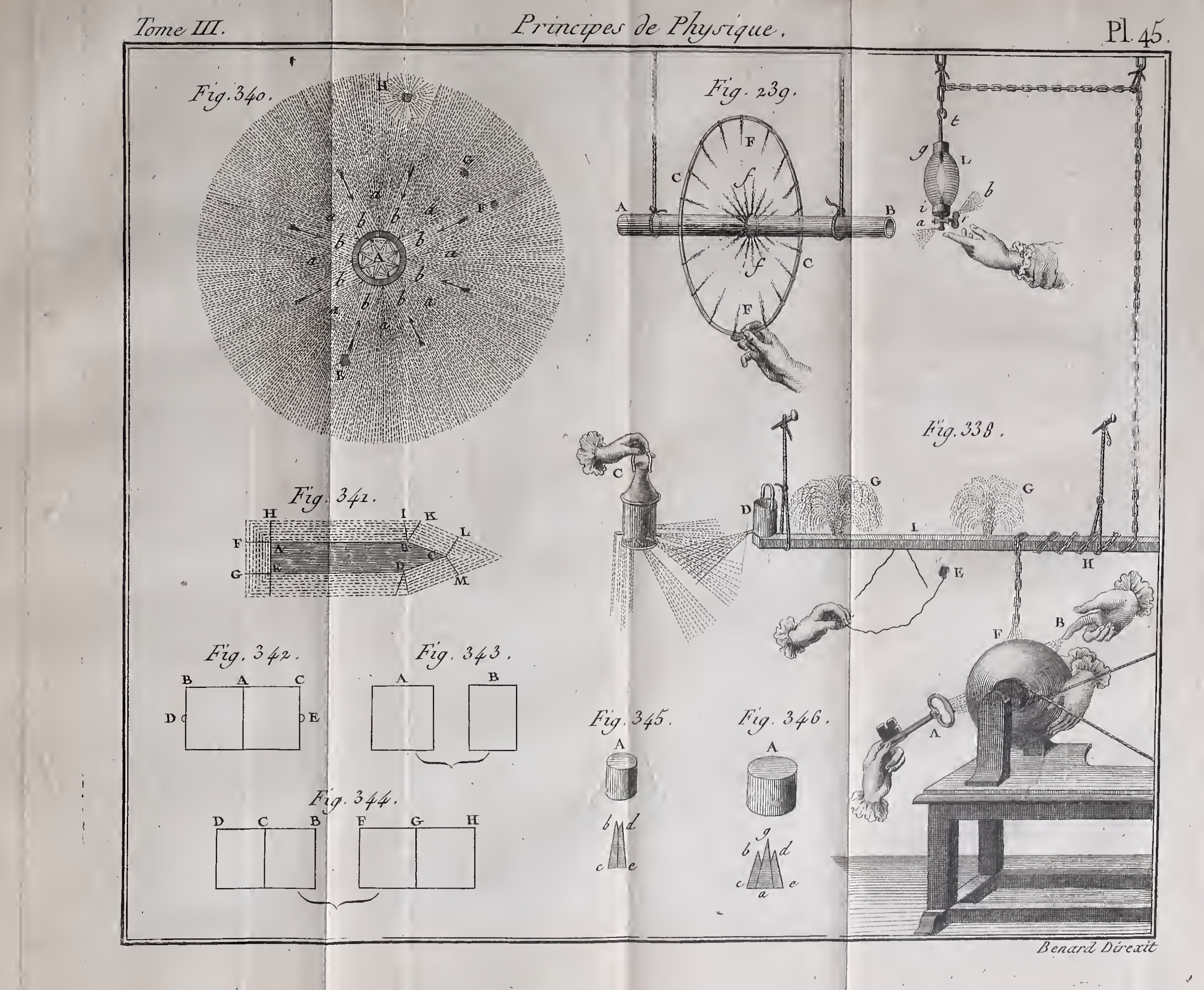
(2595) : pourquoi donc un fluide, qui y influe de même, ne feroit-il pas le fluide électrique ?

2610. L'aurore boréale électrife des pointes ifolées, placées dans des tubes de verre : mais ce qui donne la vertu électrique ne doit-il pas être regardé comme produit par la matiere électrique ? M. *Meffier* affure même avoir entendu, dans le temps d'une aurore boréale, un pétillement ou un bruit femblable à celui des étincelles électriques : & je crois me reffouvenir avoir entendu un pareil bruit, dans la même circonftance.

2611. On fait aujourd'hui qu'il y a beaucoup de rapport entre la matiere électrique & celle de l'aimant : ne pourroit-on pas dire que la matiere électrique fe porte vers le Nord, en plus grande quantité qu'ailleurs, en conféquence du mouvement de la terre fur fon axe (1818) ; & qu'elle fort par les poles, & fur-tout par les poles de l'équateur magnétique ? Car les aurores boréales font prefque continuelles dans les régions feptentrionales : auffi l'électricité y eft-elle beaucoup plus fenfible. Tout annonce ici des rapports que des obfervations plus fuivies pourront nous faire mieux connoître.

## *Des Trombes.*

2612. Une trombe eft un phénomene effrayant, terrible, & capable de caufer de grands ravages. Elle commence ordinairement par un nuage qui


Fig. 340.
Fig. 239.
Fig. 338.
Fig. 341.
Fig. 342.
Fig. 343.
Fig. 344.
Fig. 345.
Fig. 346.
Benard Direxit

paroît fort petit, & que les Marins appellent le *grain.* Ce nuage se grossit ensuite considérablement & en fort peu de temps, & devient un amas de vapeurs ressemblant à une grosse nuée, fort épaisse, qui s'alonge de haut en bas ou de bas en haut, en forme de colonne cylindrique, ou de cône renversé, qui fait entendre un bruit assez semblable à celui d'une mer fortement agitée, qui lance des éclairs & même quelquefois la foudre, qui jette souvent autour d'elle beaucoup de pluie ou de grêle, & qui est capable de submerger les vaisseaux, de renverser les arbres & les maisons, & tout ce qui se trouve exposé à son choc.

2613. Les trombes sont très-rares sur terre, mais assez fréquentes sur mer : & comme on court de très-grands risques, lorsqu'on s'y trouve exposé, les Marins, qui connoissent ce danger, font tous leurs efforts pour s'en éloigner : & lorsqu'ils ne peuvent pas éviter de s'en approcher, ils tâchent de les rompre à coups de canon, avant d'être dessous, afin de prévenir l'inondation dont ils sont menacés.

2614. Quant aux trombes de terre, elles sont capables de causer des ravages affreux. On en a vu dépouiller de leurs feuilles une grande portion des arbres d'une forêt : on en a vu déraciner une grande quantité de ces arbres : on en a vu ren-

verser des maisons, ou en enlever les toits & en transporter les poutres à de grandes distances. En un mot, elles sont capables de ravager tout ce qui se rencontre sur leur passage : & la rapidité de leur mouvement est si prodigieuse, qu'il est difficile de s'en garantir.

2615. On peut diviser les trombes en *descendantes* & en *ascendantes*. Les trombes descendantes sont celles qui se portent du nuage vers la terre ou la mer ; & les trombes ascendantes sont celles qui se portent de la mer vers le nuage. On leur a attribué des causes absolument insuffisantes. (Voyez *Mém. de l'Acad. Royale des Sciences, année* 1727, *page* 5.) De plus, la même cause ne peut pas rendre raison des trombes descendantes, & en même temps des ascendantes : on a donc eu besoin de recourir, pour les unes, à une cause différente de celle des autres. Mais pourquoi assigner deux causes à des effets auxquels une seule peut suffire ? Il me paroît donc plus raisonnable, & plus conforme à la simplicité des loix de la Nature, de n'attribuer aux trombes descendantes & aux trombes ascendantes qu'une seule & même cause, capable de produire les unes & les autres. C'est ce que je vais tenter de faire, en les regardant comme des phénomenes électriques.

2616. Lorsque deux corps, dont l'un est

actuellement électrisé, & l'autre ne l'est pas, sont en présence l'un de l'autre, ils ont l'un vers l'autre une sorte de tendance, qui fait que celui des deux qui est le plus libre de se mouvoir, se porte vers l'autre avec plus ou moins de facilité (2286, 2290). C'est-là ce qu'on appelle *attraction électrique*. Cette attraction n'est qu'apparente : elle est vraiment l'effet d'une impulsion (2551, 2561). Car il y a, entre ces deux corps, deux courans de matiere, dont les directions sont opposées (2286), & que nous avons nommés *effluences & affluences simultanées*. La matiere effluente se porte du corps actuellement électrisé vers celui qui ne l'est pas ; & la matiere affluente se dirige du corps non-électrisé vers celui qui l'est actuellement. Ce sont ces deux courans qui occasionnent tous ces mouvemens connus sous les noms d'*attractions* & de *répulsions électriques*. Et l'on sait que de ces deux courans il y en a toujours un qui est plus fort que l'autre. Ces faits, qui sont aujourd'hui bien constatés, & bien prouvés par l'expérience, me paroissent suffire pour expliquer physiquement le phénomene des trombes.

2617. Lorsqu'un nuage, fortement électrisé, se présente à une distance convenable de laterre, il s'établit aussi-tôt, entre les corps qui sont à sa surface & le nuage électrisé, les deux courans de matiere dont nous venons de parler (2616).

Le nuage lance de toutes parts, & plus fortement qu'ailleurs vers les corps terrestres, des rayons de la matiere effluente : & dans le même temps, les corps terrestres lui rendent une matiere semblable (2283, 2520), en lui fournissant la matiere affluente. Si le courant de la matiere effluente est le plus fort, les particules de vapeurs, qui composent le nuage, sont entraînées par cette matiere effluente, & forment la colonne cylindrique ou conique d'où résulte la *trombe*, que j'appelle *descendante*, qui a plus ou moins de diametre, & qui se porte plus ou moins loin, suivant le degré d'énergie de la vertu électrique du nuage. Si, au contraire, c'est le courant de la matiere affluente qui a le plus de force, & que le nuage électrisé se présente vis-à-vis de corps qui aient la liberté de se mouvoir, comme lorsqu'il se trouve au dessus de la surface de la mer ou d'un grand lac, alors la matiere affluente entraîne avec elle une quantité de particules aqueuses assez considérable pour former cette colonne que l'on voit s'élancer vers le nuage, & qu'on peut appeler *trombe ascendante*.

1618. L'expérience est ici parfaitement d'accord avec le raisonnement. J'ai rempli d'eau un petit vase de métal, un dé à coudre, & je lui ai présenté, à quelques pouces de distance, un tube nouvellement frotté. Aussi-tôt l'eau du vase

s'est élevée en forme de monticule, qui s'est soutenu jusqu'à ce qu'il en soit parti une étincelle; après quoi il est retombé. Pendant que l'eau étoit ainsi suspendue, on entendoit un petit bruissement; & le côté du tube, qui étoit tourné vers le vase, s'est trouvé tout couvert de petites parcelles d'eau. (Cette expérience est connue: mais, pour qu'elle réussisse bien, il faut que le temps soit favorable & l'électricité un peu forte.) Cette expérience m'a donc donné, en petit, l'image d'une trombe ascendante: & il n'est pas douteux que, si le corps électrisé, que je présentai au dessus de mon vase plein d'eau, eût été composé de parties mobiles entre elles, j'aurois pu avoir aussi l'image d'une trombe descendante.

2619. De plus, si nous faisons attention aux circonstances qui accompagnent cette expérience, nous verrons qu'elles sont tout-à-fait conformes à celles qui accompagnent le plus souvent les trombes. 1°. L'eau demeure suspendue en forme de monticule, jusqu'à ce qu'il en parte une étincelle; après quoi, elle retombe: de même, il arrive souvent que les trombes lancent des éclairs, & font entendre le bruit du tonnerre, qui sont reconnus aujourd'hui pour des phénomenes électriques (2599); après quoi, les trombes

ne manquent guere de se dissiper. 2°. Le petit bruissement que l'on entend dans notre expérience, pendant que l'eau demeure suspendue, est causé par l'éruption & le choc des deux courans des matieres effluente & affluente : la même chose arrive dans les trombes ; mais avec une violence proportionnée à la grandeur du phénomene. C'est-là ce qui cause ces ouragans, & ce qui fait entendre ce bruit, assez semblable à celui d'une mer fortement agitée. 3°. Dans notre expérience, près de la surface de l'eau du petit vase, où la matiere affluente a assez de vîtesse & de densité, l'eau y est soutenue de maniere à former une espece de petite colonne ; & par-tout ailleurs les rayons trop rares ne peuvent entraîner que des particules d'eau presque imperceptibles, qui se répandent aux environs, & dont une partie se trouve adhérente au tube : de même, dans les trombes, par-tout où la matiere effluente ou affluente a assez de vîtesse & de densité, elle soutient les vapeurs aqueuses assez rapprochées les unes des autres pour former cette colonne, d'où résulte le phénomene ; mais par-tout ailleurs les rayons de cette matiere, devenus trop rares, ne peuvent entraîner ou soutenir que des vapeurs très-déliées, qui occasionnent cette espece de fumée épaisse que l'on apperçoit souvent autour

des trombes. Si les vapeurs aqueuſes qui forment la colonne, ſe trouvent, pendant la durée du phénomene, aſſez condenſées pour ſe réunir en gouttes, lorſqu'elles ceſſent d'être ſoutenues, elles tombent en pluie, ou même en grêle, ſi le froid a été aſſez grand pour les geler : ſinon il n'en réſulte qu'une eſpece de nuage que le vent emporte ou diſſipe. Voilà pourquoi ces trombes ſe paſſent quelquefois ſans pluie; & que d'autres fois elles en fourniſſent une conſidérable.

2620. La figure de cône renverſé, que prend ſouvent la colonne (2612), peut encore s'expliquer très-bien par le principe que j'ai établi. L'on ſait que les rayons de la matiere effluente, qui partent d'un corps actuellement électriſé, ſont divergens entre eux (2301) : mais l'on ſait auſſi qu'à l'approche d'un corps an-électrique, ces mêmes rayons ſe détournent de leur route, ſe dirigent vers ce corps, & de divergens qu'ils étoient, deviennent convergens (2539). La même choſe arrivant aux rayons de matiere effluente qui partent d'un nuage électriſé, qui ſe trouve à une diſtance convenable des corps terreſtres non-électriſés, les particules de vapeurs entraînées par cette matiere, doivent prendre entre elles un arrangement conforme à la direction du mouvement de la matiere qui les entraîne; d'où

doit résulter la forme d'un cône, dont le sommet soit tourné vers les corps terrestres, & la base vers le nuage.

2621. De tout ce que nous venons de dire (2616 *& suiv.*), il est aisé de voir que les trombes, soit descendantes, soit ascendantes, ainsi que toutes les circonstances, soit constantes, soit accidentelles, qui les accompagnent, sont produites par une seule & même cause ; & qu'elles ne sont autre chose que des phénomenes électriques.



## *Addition à l'Astronomie.*

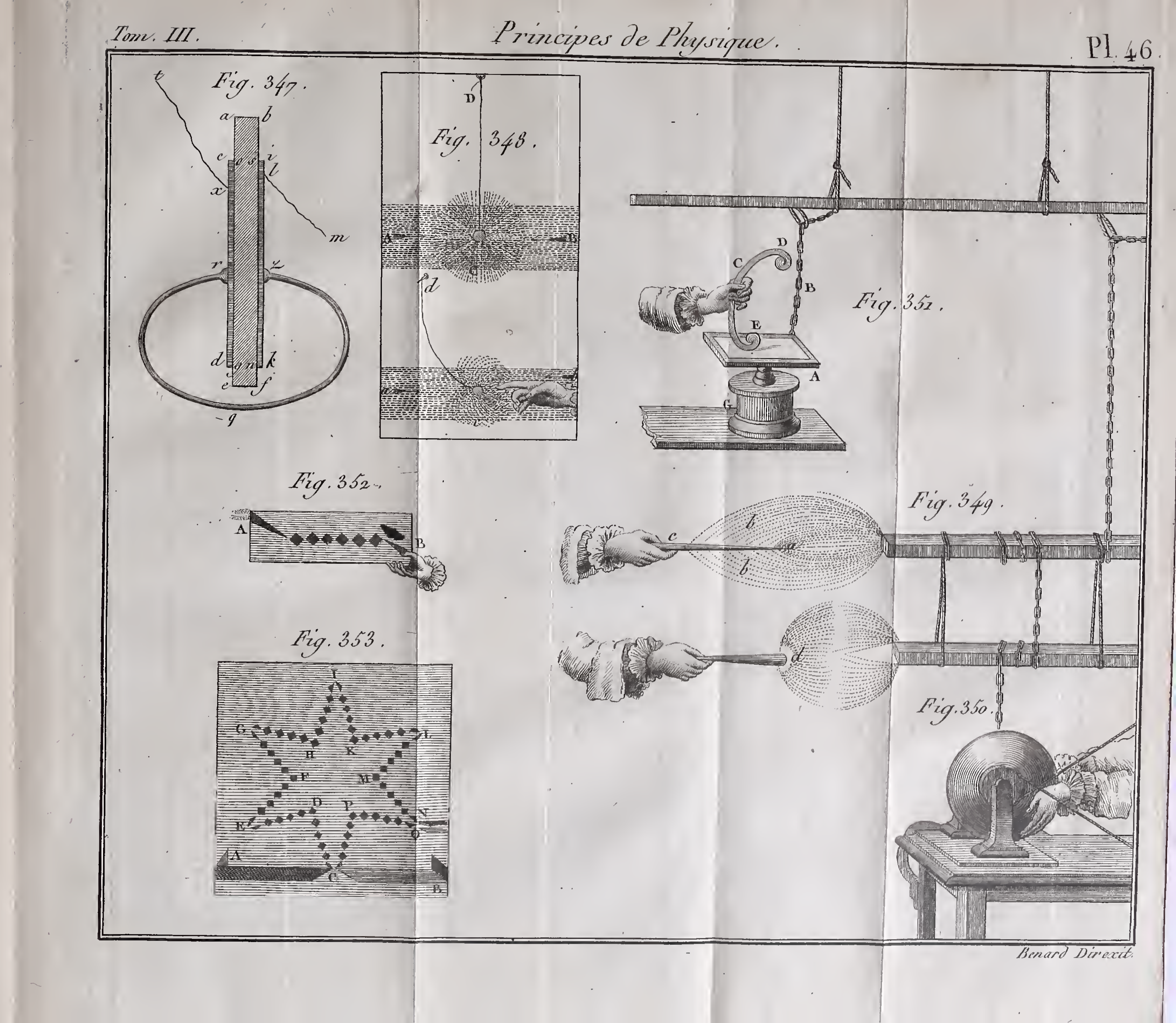
2622. LE Chapitre de l'Astronomie étoit entiérement imprimé, lorsque j'ai appris que M. *Herschell* venoit de découvrir, cette année 1789, par le moyen de son grand télescope (1646), deux nouveaux satellites à Saturne, qui devroient être regardés comme les deux premiers, puisqu'ils en sont les plus proches, mais que les Astronomes désignent sous les numéros 6$^{e}$ & 7$^{e}$, afin de ne rien déranger à leurs Tables. Le plus proche de Saturne a été découvert au mois d'Octobre : & l'autre l'avoit été au mois de Septembre.

2623. M. *Herschell* a observé la distance moyenne du 6$^{e}$, au centre de Saturne, de 27 secondes 366 milliemes : ce qui donne cette distance, en demi-diametre de Saturne, de 3,04 ; en demi-diametre de l'anneau, de 1,30 ; & en lieues de 44043. Il a observé la distance moyenne du 7$^{e}$, au centre de Saturne, de 35 secondes 38 milliemes : ce qui donne cette distance, en demi-diametre de Saturne, de 3,90 ; en demi-diametre de l'anneau, de 1,67 ; & en lieues, de 56390. Il faut ajouter ceci à l'article 1872.

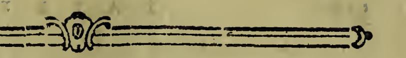
2624. M. *Herſchell* a auſſi obſervé que la durée de la révolution du 6^e ſatellite autour de Saturne eſt de 22 heures 40′ 46″, ou de 81646″: & que celle du 7^e eſt de 1 jour 8 heures 53′ 9″, ou de 118389″. Il faut ajouter ceci à l'article 1875.

2625. Les moyennes diſtances de ces deux ſatellites à Saturne nous font connoître, à peu de choſe près, l'étendue de leurs révolutions: cette étendue une fois connue, ainſi que la durée de leurs révolutions, nous apprennent quelle eſt leur vîteſſe moyenne par ſeconde de temps. L'étendue de la révolution du 6^e ſatellite de Saturne eſt de 276841 lieues plus 1888 toiſes; & l'eſpace qu'il parcourt par ſeconde de temps moyen, eſt de 7741 toiſes, ou plus de 3 ⅓ lieues. L'étendue de la révolution du 7^e ſatellite eſt de 354453 lieues plus 1925 toiſes; & l'eſpace qu'il parcourt par ſeconde de temps moyen, eſt de 6835 toiſes ou près de 3 lieues. Il faut ajouter ceci à l'article 1879.

FIN.




Benard Direxit.



# TABLE DES MATIERES

## CONTENUES DANS CET OUVRAGE.



N. B. *Les nombres cités indiquent les articles & non les pages.*

---

## A.

par

# B.

# C.

## E.

# F.

## G.

## H.

# I.

# L.

## M.

## N.

# O.

## Q.



## R.

## S.

*Fin de la Table des Matieres.*





